СОХРАНЕНИЕ ЛЕСНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

МАТЕРИАЛЫ 6-ой МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ-СОВЕЩАНИЯ

(16-20 сентября 2019 г., Щучинск, Казахстан)

CONSERVATION OF FOREST GENETIC RESOURCES

PROCEEDINGS OF THE 6-th INTERNATIONAL CONFERENCE

(September 16-20, 2019, Shchuchinsk, Kazakhstan)

СОХРАНЕНИЕ ЛЕСНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

МАТЕРИАЛЫ 6-ой МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ-СОВЕЩАНИЯ (16-20 сентября 2019 г., Щучинск, Казахстан)

Щучинск
2019

УДК 630
ББК 43.4
С 68

С 68 Сохранение лесных генетических ресурсов: Материалы 6-ой Международной конференции-совещания, Щучинск, 16-20 сентября 2019 г. – Кокшетау, издательство «Мир печати», ИП. Устюгова, 2019. – 280 с.

ISBN 978-601-7582-85-2

Сборник материалов 6-ой международной конференции-совещания «Сохранение лесных генетических ресурсов» содержит работы ученых Казахстана, России, Беларуси, Германии, Латвии, Сербии, Узбекистана, Украины, посвященных изучению, сохранению, мониторингу и рациональному использованию лесных генетических ресурсов.

Сборник представляет интерес специалистам лесного хозяйства, сотрудникам НИИ лесного профиля, преподавателям, аспирантам, магистрантам и студентам лесных, биологических и экологических специальностей вузов и колледжей.

Редакционная коллегия: Кириллов В.Ю., ассоц. проф.
Крутовский К.В., проф.
Рахимжанов А.Н., PhD
Стихарева Т.Н., к.б.н.

Спонсоры: ТОО «Жасыл Жер», г. Нур-Султан, Казахстан
Медицинское учреждение «Дезинфекция», г. Актобе, Казахстан

Сборник Материалов конференции-совещания публикуется на основании представленных авторами материалов.
Оргкомитет конференции-совещания не несет ответственности за их содержание.

УДК 63.0
ББК 43.4

ISBN 978-601-7582-85-2

© Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, 2019

CONSERVATION OF FOREST GENETIC RESOURCES

PROCEEDINGS OF THE 6-th INTERNATIONAL CONFERENCE
(September 16-20, 2019, Shchuchinsk, Kazakhstan)

Shchuchinsk
2019

UDC 630
BBK 43.4
C 68

C 68 Conservation of Forest Genetic Resources: Proceedings of the 6th International Conference, Shchuchinsk, September 16-20, 2019. – Kokshetau, publishing house "World of Printing", IE “Ustyugova”, 2019. – 280 p.

ISBN 978-601-7582-85-2

The proceedings of the 6th International Conference "Conservation of Forest Genetic Resources" contain the abstracts of scientists from Kazakhstan, Russia, Belarus, Germany, Latvia, Serbia, Uzbekistan, Ukraine, devoted to studying, conservation, monitoring and rationale use of forest genetic resources.

The proceedings is intended for specialists of forestry, researchers of forestry research institutions, teachers, post-graduate students, undergraduates and students of forest, biological and ecological specialties of high schools and colleges.

Editorial board: Assoc. Prof. Dr. Kirillov V.Yu.
Prof. Dr. Krutovsky K.V.
Dr. Rakhimzhanov A.N.
Dr. Stikhareva T.N.

Sponsors: LLP "Zhasyl Zher", Nur Sultan, Kazakhstan
Medical Institution "Disinfection", Aktobe, Kazakhstan

The Proceedings of the International Conference is published on the basis of the materials submitted by the authors.
The Organizing Committee of the International Conference is not responsible for their content.

УДК 630
ББК 43.4

ISBN 978-601-7582-85-2

© Kazakh Research Institute
of Forestry and Agroforestry, 2019

STUDY OF MOLECULAR GENETIC MECHANISMS OF PATHOGENICITY IN THE *HETEROBASIDION ANNOSUM* × *H. PARVIPORUM* HYBRIDS USING COMPARATIVE GENOMICS AND DIFFERENTIAL EXPRESSION ANALYSIS

Aksyonova A.I.[1], Novikova S.V.[1], Birukov V.V.[1,2], Bondar E.I.[1,2], Oreshkova N.V.[1,2,3], Simonov E.P.[2,4], Litovka Yu.A.[3,5], Pavlov I.N.[2,3], Sharov V.V.[1,2], Putintseva Yu.A.[1,] Kuzmin D.A.[1], Krutovsky K.V.[1,6,7,8]

[1]Siberian Federal University, Russia aksien96@mail.ru

[2]Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center", Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Russia

[3]V.N. Sukachev Institute of Forest, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Russia

[4]Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Russia

[5]Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Russia

[6]Georg-August University of Göttingen, Germany

[7]N.I. Vavilov Institute of General Genetics, Russian Academy of Sciences, Russia

[8]Texas A&M University, College Station, Texas, USA

Heterobasidion Bref. is a genus of basidiomycete fungi that cause root and butt rot in many conifers and some deciduous trees. The species of the *H. annosum* sensu lato (Fr.) Bref. complex are among the most destructive pathogens of conifers in the northern hemisphere. Diseases caused by this pathogen lead to a tree death, decrease in the volume and quality of wood, and reduce carbon sequestration, which poses a serious problem for forestry. However, many Siberian species of these pathogenic fungi have not yet been fully studied, especially from a genetic point of view. Here, for the first time we present the results of transcriptome sequencing of interspecies hybrids *H. annosum* (Fr.) Bref. × *H. parviporum* Niemelä & Korhonen that differ in virulence.

Pure cultures were developed from a basidiome of Siberian strains of *H. annosum* s.l. (Figure 1) grown on living trees in plantations of southern Siberia and Altai and were used to assess degree of pathological wood decay. Interspecies hybrids *H. annosum* × *H. parviporum* obtained by pairing (merging) of vegetatively compatible monosporous cultures of each species. Their virulence was evaluated *in vitro* by placing seeds and seedlings of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on top of the 10-days old culture and assessing viability and the degree of damage to plants after 21-28 days of incubation in a climate chamber. Two monosporous cultures were selected after pathogenicity assessment: 1) low virulent strain Heterobasidion-1 (H-1) slowed down the development of the primary root and aerial parts in 34% of seedlings and caused the development of local root necrosis in 47% of seedlings without a mass death of plants on the 28th day of vegetation, and 2) high virulent strain Heterobasidion-2 (H-2) caused necrotic damage to the root system and 100% death of the experimental plants on the 8-10th day of vegetation.

A 14-day-old mycelium was used for RNA extraction with the Plant/Fungi Total RNA Purification Kit (Norgen Biotek Corp., Thorold, ON, Canada). The quality of extracted RNA was evaluated using a Bioanalyzer 2100 (Agilent Technologies, Santa Clara, California, USA). Poly–A selection of mRNA was performed with the NEBNext Poly(A) mRNA Magnetic Isolation Module. The TruSeq Stranded Total RNA with Ribo-Zero Plant kit (Illumina, Inc., San Diego, California, USA) was used to remove rRNA, convert mRNA to cDNA, and generate the paired-end sequencing libraries that were sequenced on an Illumina MiSeq with 2 × 75 cycles using the MiSeq Reagent Kit v3 for 150 cycles (Illumina, Inc., San Diego, California, USA).

The quality of sequencing data was estimated using FastQC, adapters and low-quality sequences were removed with Trimmomatic, and rRNA was additionally filtered with SortMeRNA. Transcriptome assembly was performed with RNASpades, and assembly completeness was evaluated using BUSCO v1.0. BLAST alignment and InterProScan in the Blast2GO package were used to functionally annotate assembled transcripts. Finally, the

preliminary analysis of differential expression was carried out between low (H-1) and high (H-2) virulent strains. The *H. annosum* genome (NCBI Genebank GCA_001457955.1) was used as a reference. The Tuxedo software and the cummeRbund and NOISeq packages in R were used to analyze expression data.

After processing raw sequencing data 7.18 and 9.16 million reads were obtained for H-1 and H-2 cultures, respectively. SortMeRNA found ~2% of rRNA in the sequence reads. The quality of transcriptome assemblies was high based on quantitative assessment using BUSCO that identified 90.54% and 88.39% of reference genes in the assemblies for the low (H-1) and high (H-2) virulent strains, respectively. The GO terms were assigned to 37.7% and 39.3% of transcripts for H-1 and H-2 strains, respectively. Family of hydrolase enzymes was predominant in the assemblies for both strains - 625 and 474 for H-1 and H-2, respectively. Among known repetitive elements, WD40 and ankyrin repeats, which regulate the formation of protein complexes, were the most common in both transcriptome assemblies. A preliminary analysis of differential expression revealed 146 genes, that were differently expressed between the low (H-1) and the high (H-2) virulent strains (Figure2). Five genes were upregulated, and 141 were downregulated in the low virulent H-1 strain.

Figure 1 - Pure cultures of *Heterobasidion* fungus on malt extract agar with tannin (below) developed from basidiome growing on living trees (above)

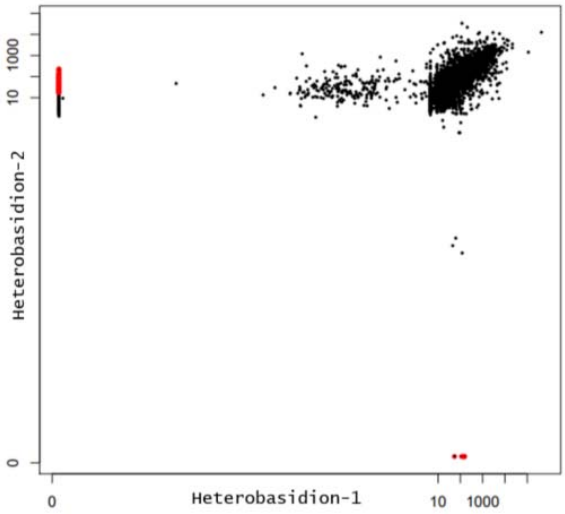


Figure 2 - Values of gene expression for two Heterobasidion strains with different virulence.

Assemblies and annotations of transcriptomes of phytopathogenic interspecific hybrids *H. annosum* × *H. parviporum* were obtained for the first time. A preliminary analysis of gene expression showed the presence of differentially expressed genes between the cultures with different virulence. Experiments with larger number of samples and more detailed analysis of the identified genes are needed to verify putative loci associated with phytopathogenicity. However, the obtained data laid the foundation for further experiments and research on the identification of molecular genetic mechanisms of pathogenesis.

This work was supported by a research grant №14.Y26.31.0004 from the Russian Federation Government for the “Genomics of the key boreal forest conifer species and their major phytopathogens in the Russian Federation” project with partial funding from the Federal Research Center “Krasnoyarsk Scientific Center”, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk (grants № 0356-2019-0024 and № 0287-2019-0002).

DE NOVO ASSEMBLY AND ANNOTATION OF *ARMILLARIA BOREALIS* GENOME

Akulova V.S. [1,2], Sharov V.V.[1], Aksyonova A.I.[1], Putintseva Yu.A.[1], Oreshkova N.V.[1,2,3], Feranchuk S.I.[1,4,5], Kuzmin D.A.[1], Pavlov I.N.[1,2,3], Krutovsky K.V.[1,6,7,8]

[1]Siberian Federal University, Russia akulova.vs@ksc.krasn.ru

[2]Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center", Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Russia

[3]V.N. Sukachev Institute of Forest, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Russia

[4]Irkutsk National Research Technical University, Russia

[5]Limnological Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Russia

[6]Georg-August University of Göttingen, Germany

[7]N.I. Vavilov Institute of General Genetics, Russian Academy of Sciences, Russia

[8]Texas A&M University, College Station, TX 77843-2138, USA

Motivation and Aim: Massive forest decline has been observed almost everywhere as a result of negative anthropogenic and climatic effects, which can interact with and aggravate effects of pests, fungi and other phytopathogens. Climatic changes can weaken trees and make fungi much more destructive. Thus, forest conservation has become a serious issue, since the scale of tree dieback caused by phytopathogenic fungi is enormous [1].

Armillaria borealis (Marxm. & Korhonen) is a fungus from the *Physalacriaceae* family (*Basidiomycota*) widely distributed in Siberia and the Far East. This species causes the root white rot disease that weakens and often kills woody plants. The fungus plays an important role in forest ecosystems worldwide. Currently, this genus includes more than 40 officially described species [2]. Armillaria species differ significantly in virulence in both hemispheres. There is also variation in level of virulence within species [3].

Nowadays, little is known about ecological behavior of *A. borealis*. According to field research data, *A. borealis* is less pathogenic than *A. ostoyae*, and its aggressive behaviour is quite rare. Mainly *A. borealis* sp. behaves as a secondary pathogen killing trees already weakened by biotic and abiotic factors. However, changing environment might cause unpredictable effects in fungus behavior.

Despite the enormous influence of Armillaria species on forestry, horticulture and agriculture, the genetics of the pathogenicity of these species is not enough studied. Currently, there are already published "omics" data on the spectrum of enzymes that destroy plant cell walls (PCWDE - Plant Cell Wall Degradation Enzymes) and some secreted proteins in particular for *A. mellea*, *A. solidipes*, and *A. ostoyae* [4-6]. It is worth noting that the role and functional significance of repetitive elements in genome are also still not completely clear, while gradually accumulated information suggests that they can play an important role in the evolutionary development of organisms, replication and formation of nucleoprotein complexes, as well as in the regulation of gene expression [4].

Methods and Algorithms: Fungi material was collected from active mycelia of *A. borealis* taken from *Abies sibirica* trees, which died in 2015. A paired-end sequencing libraries with 500 bp long inserts was constructed using the Truseq DNA Sample preparation kit according to the manufacturer's instructions (Illumina MiSeq) and sequenced on the Illumina MiSeq platform using the MiSeq reagent kit v2 (500 cycles). DNA extraction and sequencing have been carried out at the Laboratory of Forest Genomics of Siberian Federal University (Krasnoyarsk, Russia).

The *de novo* genome assembly was performed on the high performance computing system with 96 CPU cores and 3 TB of RAM using the SPAdes v3 genome assembler. To carry out structural annotation of the *A. borealis* genome the BRAKER2 software was used. Functional annotation was carried out using Blast2GO.

Repetitive sequences were identified using the RepeatModeler program designed to do *de novo* search. To continue working on classification of repeating sequences the TEclass classifier tool was also used.

Results: The *A. borealis* genome assembly contained ~68 Mbp and was comparable with 60 and 79.5 Mbp for the *A. ostoyae* and *A. mellea* genomes, respectively. The N50 for contigs equaled 50 554 bp (Table 1).

Table 1 - Assembly statistics of the Armillaria borealis genome

Parameter	Statistics
Number of scaffolds	44 412
Total length, bp	66 792 428
Max length, bp	2 136 877
N50, bp	50 544
N90, bp	346

Functional annotation analysis revealed 21 969 protein coding genes and provided data for further comparative analysis. The main focus for further study and comparative analysis was on the enzymes and regulatory factors potentially associated with pathogenicity. Figure 1 presents the distribution of enzymes into classes, the most interesting of which are oxidoreductases and hydrolases, which are known for lignin decomposition and active participation in cellulose decomposition.

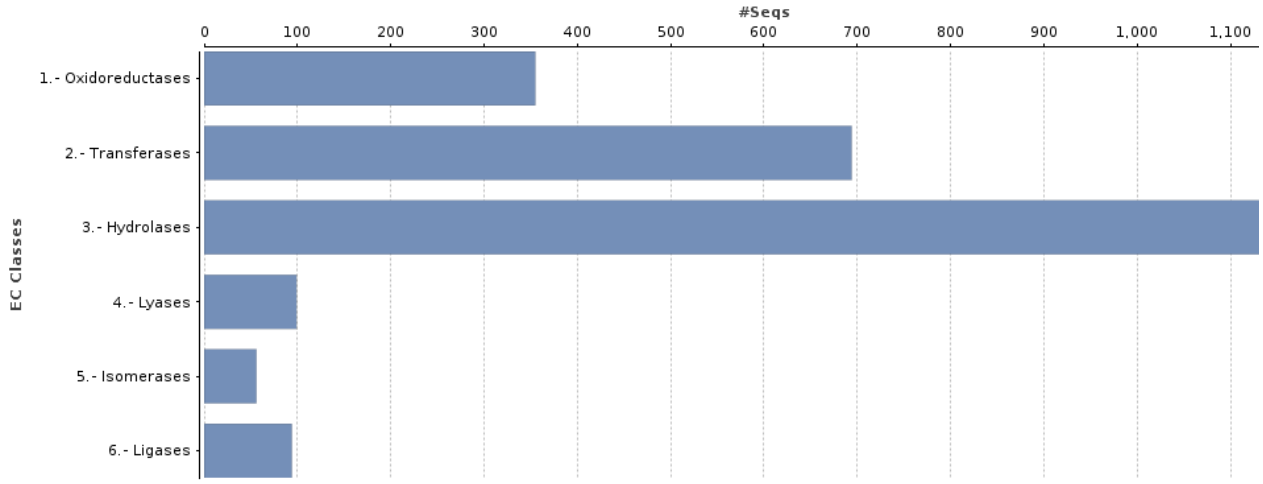


Figure 1 - Enzyme classes distribution

As a result of Repeat Annotation, 886 repeating sequences were identified in the genome of *A. borealis*. Table 2 presents the results of the classification of repeats found in the fungal genome.

Among the classified repeats LTR retrotransposons were the most frequent. The following types of repeats were identified: LTR retrotransposons (Copia, Gypsy, Pao), DNA transposons (hAT-hATw, CMC-EnSpm, TcMar-Pogo, TcMar-Sagan), LINE-retrotransposons (R1, Tad1), RC-transposon Helitron, and Satellite repeats.

TEclass classifier allowed us to partition also unclassified sequences into 4 main taxonomic orders (Table 2). The further study of repetitive sequences in the genomes of basidiomycetes and their comparative analysis will help us identify the taxonomic position of these species more accurately and reveal their evolutionary relationships.

Table 2 - Classification of the identified repeats for *Armillaria borealis*

Identified		TEclass classifier	
Repeat type	Number	Repeat type	Number
Copia	5	DNA	79
Gypsy	32	LTR	735

Pao	1	LINE	27
Tad1	5	Retrotransposons	27
Ngaro	3	Non-LTR	0
Simple	1	Unclear	18 (2%)
Classified	47 (5.3%)	Total	886
Unclassified	839 (94.7%)		
Total	886		

Conclusion: The destruction of forests by pathogenic fungi becomes one of the main problems of forest conservation. It becomes clear that a comprehensive study of the fungus species and identification of causes of their increasing pathogenicity at the genetic level is of great importance. The assembled genome is of sufficiently good quality for further detailed study on the composition of enzymes and comparing them with enzymes in other *Armillaria* species.

There is also a fundamental problem with the identification and classification of species of the *Armillaria* genus, where the study of repetitive sequences in the genomes of basidiomycetes and their comparative analysis will help us identify the taxonomic position of these species more accurately and reveal the evolutionary relationships.

Acknowledgements: This work was supported by a research grant №14.Y26.31.0004 from the Russian Federation Government for the "Genomics of the key boreal forest conifer species and their major phytopathogens in the Russian Federation" project with partial funding from the Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center", Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk (grant № 0287-2019-0002).

References:

1. Fisher M.C., Henk D.A., Briggs C.J., Brownstein J.S., Madoff L.C., McCra S.L., Gurr S.J. Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health. Nature. - 2012. – Vol. 484. – P. 186–194.

2. Baumgartner K., Coetzee M.P.A., Hoffmeister D. Secrets of the subterranean pathosystem of *Armillaria*. Molecular Plant Pathology. - 2011. – Vol. 12(6). – P. 515-534.

3. Morrison D.J., Pellow K.W. Variation in virulence among isolates of *Armillaria ostoyae*. Forest Pathology. – 2002. – Vol. 32(2). – P. 99-107.

4. Hirsch C.D., Springer N.M. Transposable element influences on gene expression in plants. Biochimica et Biophysica Acta - Gene Regulatory Mechanisms. - 2017. – Vol. 1860(1). – P. 157-165.

5. Ross-Davis A.L. et al. Transcriptome of an Armillaria root disease pathogen reveals candidate genes involved in host substrate utilization at the host–pathogen interface. Forest Pathology. – 2013. – Vol. 43(6). – P. 468-477.

6. Sipos G. et al. Genome expansion and lineage-specific genetic innovations in the forest pathogenic fungi Armillaria. Nature Ecology and Evolution. – 2017. – Vol. 1(12). – P. 1931-1941.

COMPARISON OF GENETIC DIVERSITY AND RELATEDNESS IN NATURALLY RENEWED NORWAY SPRUCE STANDS AND SEED PLANTATION PROGENIES

Bāders E., Jansons Ā., Ruņģis D., Desaine I., Katrevics J.
Latvian State Forest Research Institute «Silava», Latvia endijs.baders@silava.lv

Forest ecosystems in Europe are expected to have changes in temperature and water regimes and associated with an increased risks of extreme events and disasters. Genetic diversity and relatedness had been linked to resilience of the stands and landscapes. However, so far rather limited evidence exists to support this approach in hemi boreal forest had been reported. The assessment of the genetic diversity of regeneration populations of Norway spruces after large scale disturbance in comparison to seed orchard progenies trials to determine the impact of various regeneration schemes were performed. We intend to use subset of the sample plots developed for analysis of storm impact also for collection of material for DNA analysis in the unmanaged landscape and managed landscape. Two spruce stands with different structure and regeneration history were selected- a naturally regenerating population in Slitere and a Norway spruce population in seed orchard. Analysis of genetic diversity indicated that there were only slightly lower diversity parameters in the progeny of seed orchards, and this was comparable to the Slitere progeny and older population. Effective population sizes were larger in the mature natural stands.

ASSEMBLY AND ANNOTATION OF *NEONECTRIA SIBIRICUM* PAVLOV & LITOVKA TRANSCRIPTOME

Biriukov V.V.[1,2], Akulova V.S.[1,2], Sharov V.V.[1,2], Oreshkova N.V.[1,2,3], Simonov E.P.[2,4], Pavlov I.N.[2,3], Litovka Yu.A.[3,5], Putintseva Yu.A.[1], Kuzmin D.A.[1], Krutovsky K.V.[1,6,7,8]

[1]Siberian Federal University, Russia vladislav.v.biriukov@gmail.com
[2]Federal Research Center "Krasnoyarsk Science Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences", Russia
[3]V.N. Sukachev Institute of Forest, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Russia
[4]Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Russia
[5]Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Russia
[6]Georg-August University of Göttingen, Germany
[7]N.I. Vavilov Institute of General Genetics, Russian Academy of Sciences, Russia
[8]Texas A&M University, College Station, TX 77843-2138, USA

Motivation and Aim: Numerous members of the *Neonectria* genus are widely known as wound parasites or endophytic colonizers of sapwood. We discovered this fungus causing massive necrosis-cancerous lesions in Siberian fir (*Abies sibirica* Ledeb.) for the first time in Siberia. The key symptom of that lesion is the appearance of multiple elongated ulcers of various shapes and lengths on the trunks and branches with resin outflow. The affected trees with some dead branches are subject to windbreak and gradual biodegradation with a sharp deterioration in the wood quality.

Methods: Pure cultures of fungi were isolated from stem and branches of *A. sibirica* with visible symptoms of lesion, and based on macromorphological traits and microstructures were identified as belonging to the *Neonectria* genus (Acremonium-like anamorph). Microstructures (mycelium, conidiophores, and microconidia) of the *Neonectria* strain P5.7 are presented in Figure 1. This strain was selected for the transcriptome sequencing based on a preliminary assessment of phytopathogenicity and phytotoxicity.

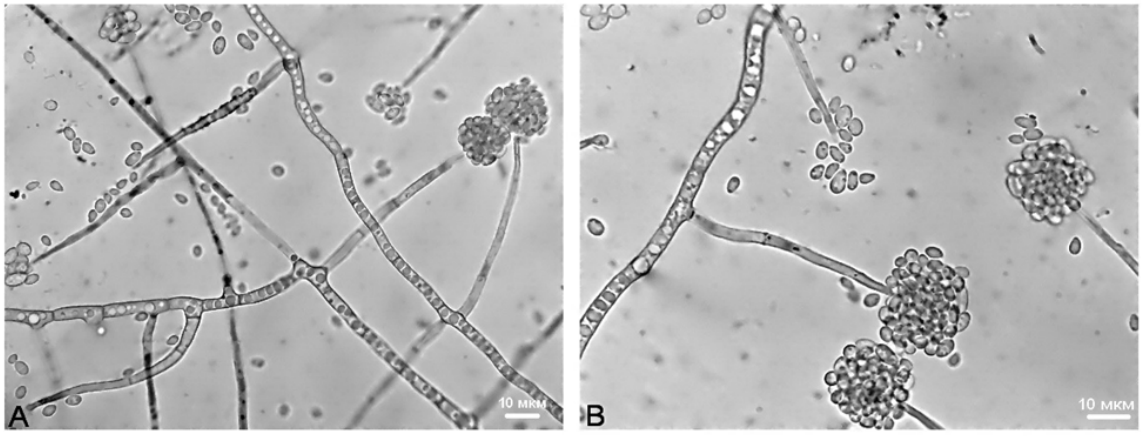


Figure 1 - Microstructures of the Neonectria strain P5.7

Using the Plant/Fungi Total RNA Purification Kit (Norgen Biotec Corp., Cabada) RNA was isolated from the mycelium of a 21-day-old fungus culture of this strain grown on 2% malt extract agar. The quality of extracted RNA was evaluated using a Bioanalyzer 2100 (Agilent Technologies, Santa Clara, California, USA). The NEBNext Poly(A) mRNA Magnetic Isolation Module was used to separate intact poly(A)+ RNA from the total extracted RNA. The TruSeq Stranded Total RNA with Ribo-Zero Plant kit (Illumina, Inc., San Diego, California, USA) was used to remove rRNA, convert mRNA to cDNA, and generate the paired-end sequencing libraries that were sequenced on an Illumina MiSeq with 2 × 75 cycles using the MiSeq Reagent

Kit v3 for 150 cycles (Illumina, Inc., San Diego, California, USA). *De novo* assemblers Trinity, RNASpades, and the assembler implemented into the CLC Genomic Workbench were used to assemble the *Neonectria* transcriptome. The BUSCO software was used to assess the completeness of the resulting transcriptome assembles. They were annotated using the Blast2GO software.

Results: The summary information about the resulting assemblies of the *Neonectria* sp. transcriptome is presented in Table 1. The longest transcriptome (24,813,047 bp) was obtained using the Trinity assembler with a parameter of normalization of reads, the shortest one (18,700,763 bp) was obtained using the *de novo* assembler implemented into the CLC Genomic Workbench. Moreover, the assembly obtained by this assembler contained the smallest number of transcripts — 14,129, while the transcriptome assembled by RNASpades (with soft filtering parameter) contained the largest number of transcripts (27,040). Despite such a variation in the total length of the obtained transcriptomes and the number of transcripts composing them, the N50 of these assemblies was approximately at the same level and ranged from 2211 to 2334 bp.

Table 1 - Main parameters of the *Neonectria* sp. transcriptome assemblies

Assembler	Number of contigs	Total length, bp	The longest transcript, bp	N50, bp	N90, bp
Trinity without normalization	19,295	24,561,211	15,246	2,226	521
Trinity with normalization	19,359	24,813,047	15,246	2,235	526
CLC	14,129	18,700,763	16,323	2,211	552
RNASpades	20,517	23,418,981	16,108	2,286	482
RNASpades with soft filtration	27,040	24,166,325	16,108	2,226	358
RNASpades with hard filtration	17,379	22,932,680	16,108	2,334	570

Based on the BUSCO with the Ascomycota OrthoDB v9 database results, the most complete were assemblies generated by the RNASpades program — 80.6% of completeness (Figure 2).

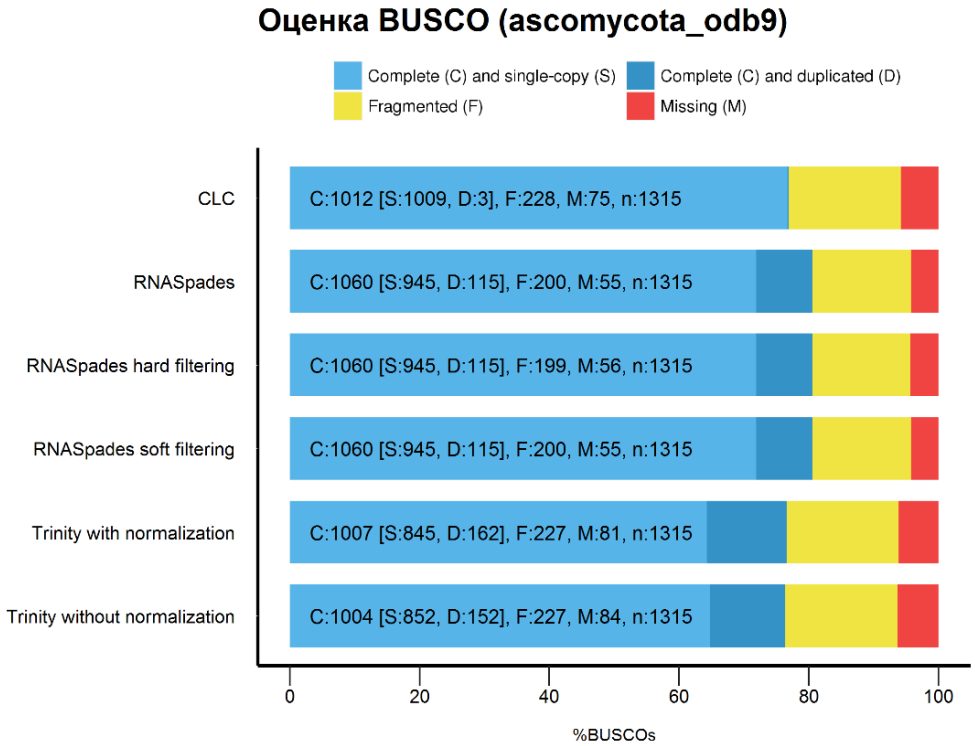


Figure 2 - Completeness of the Neonectria transcriptome assemblies based on the BUSCO with the Ascomycota OrthoDB v9 database.

Considering the number of duplicates in the assessing of the completeness of assemblies, the most complete was the assembly generated by the CLC Genomic Workbench program (76.9% of completeness with 0.2% of duplicates), which was used for the further annotation.

All 14,129 transcripts in the CLC assembly were annotated, for each of them a good match was found in the InterProScan database containing information on conservative domains and repeats. The gene ontology (GO) terms were inferred also for 8,296 (~59%) transcripts. Then, the GO classification was carried out according to the main three domains: 1) cellular component, 2) molecular function, and 3) biological process. Based on molecular function the predominant enzyme classes in this transcriptome were hydrolases (907 sequences), transferases (477 transcripts), and oxidoreductases (323 sequences). Distribution of these and other enzyme classes is presented in Figure 3.

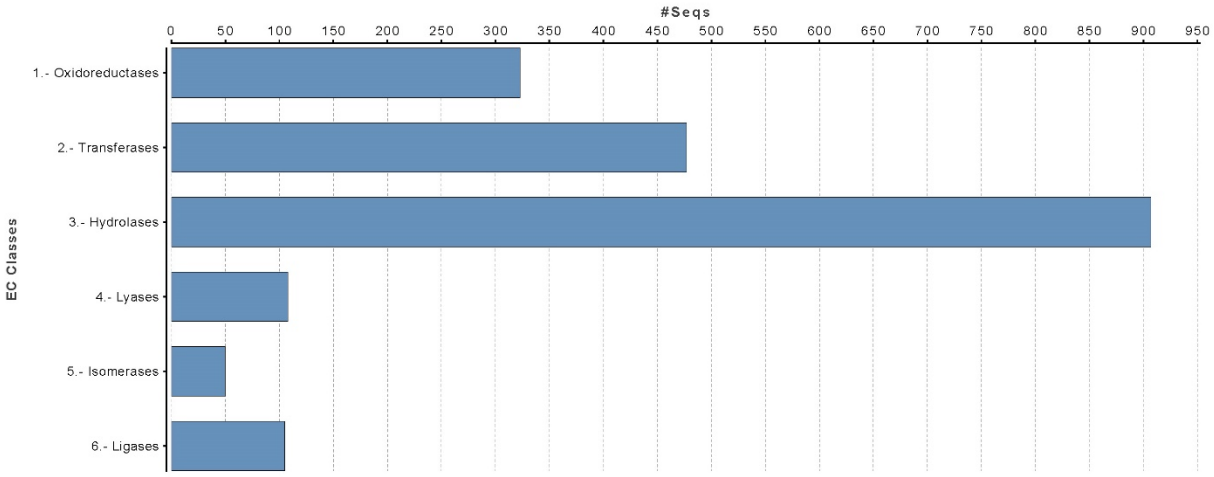


Figure 3 - Distribution of enzymes classes in the Neonectria transcriptome

Conclusion: Thus, in this study *de novo* assembly and annotation of the *Neonectria* transcriptome were carried out for the first time for this strain. Several *de novo* assemblers were used, and the most representative transcriptome assembly was selected using the BUSCO program. This transcriptome assembly can be considered and used now as a reference. More than half (57%) of the 14,129 transcripts were fully annotated, and their basic molecular functions and role in the biological processes were determined. In addition, the cellular location of gene products and the distribution of transcripts by enzyme classes were also identified. Enzymes involved in the plant cell wall degradation are of special interest for the further study of the *Neonectria* fungi pathogenicity.

A detailed study of the transcriptome functional annotation as well as the identification of metabolic pathways associated with the species-specific pathogenicity by the comparative transcriptome analysis with other species of the *Neonectria* genus are in the progress.

Acknowledgments: This work was supported by a research grant №14.Y26.31.0004 from the Russian Federation Government for the “Genomics of the key boreal forest conifer species and their major phytopathogens in the Russian Federation” project with partial funding from the Federal Research Center “Krasnoyarsk Scientific Center”, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk (grant № 0287-2019-0002).

ANALYSIS OF MELTING CURVE OF AMPLICONS FOR THE SELECTION OF *PICEA ABIES* L. nSSR-LOCI FOR MULTIPLEXING

Kalko G.V., Germak M.V.
Saint Petersburg Forestry Research Institute, Russian Federation kagava0720@gmail.com

Nuclear microsatellite markers are considered one of the most powerful and sought-after tools to identify the genetic diversity of living objects. A large number of primers for Norway spruce nSSR loci have been published. They can be used for estimation of genetic diversity of spruce and identification of valuable genotypes. It is important to compile new multiplexes of reliable spruce nSSR loci. There are not generally accepted multiplexes of *Picea abies* nSSR loci. Researchers rejected a significant number of loci from proposed by them multiplexes due to unstable amplification of loci, a presence of single-nucleotide repeats, insufficient information content or the presence of zero alleles in investigated populations.

The aim of the work is to select the stably and specifically amplifying loci, according to the analysis of the melting curves of PCR products for each locus separately, and compose the multiplexes from them.

DNA from spruce needles was isolated by the classical method with CTAB. Real-time PCR with melting amplicons at the end of the reaction was used to analyze the stability and specificity of PCR in 34 previously published nSSR loci of spruce. Amplification was carried out in thermocyclers CFX96 (BIO-RAD USA) in 15 μl volumes containing 1× mixture for PCR qPCRmix-HS (Evrogen, Russia), 1× dye EvaGreen (from 20× aqueous solution, Biotium), 0.1-0.3 μM of forward and reverse primer and 15 ng of genomic DNA. Multiplex PCR was carried out at the same conditions except that forward primers were labeled by FAM, HEX and ROX fluorescent dye, reverse primer were unlabeled and dye EvaGreen was not used.

PCR was performed with a temperature gradient in the range from 53 to 63ºC. Further, the PCR thermal profile consisted of 5 minutes initial denaturation at 95°C followed by 40 cycles denaturation at 95°C for 45 seconds, a primer-specific annealing-temperature for 45 seconds, extension at 72°C for 45 seconds, and a final extension at 72°C for 10 minutes, melting curve from 65ºC to 95ºC in 0.5ºC increments for 5 seconds. Graphical data analysis was performed using Bio-Rad CFX Manager 3.1, USA.

Protocols for multiplex PCR were based on analysis of melting curves of products of each locus separately. The results of PCR were fixed after the final elongation. Fragment analysis of products of multiplex PCR labeled with FAM, HEX and ROX dyes was performed on a 3500 genetic analyzer (Applied Biosystems).

Loci in which other authors found violations of the motif periodicity, unstable amplification, and null alleles in a number of populations were excluded from the work. The loci SpAGC2, SpAC1F7, Pa_33 and UAPgAG150A had the probability of zero alleles exceeded 5% both according to the data of other researchers and to our previous data in spruce populations of Porkhov, Tikhvin and Gatchina (the European North-West of Russia). Uninformative, according to other researchers, loci were also excluded from work.

Melting peaks of the PCR products of 17 from the 22 selected nSSR loci were single with the correct shape. Sharp single DNA melting peaks (d(RFU)/dT) in fairly wide annealing temperature ranges indicate the specific amplification at these annealing temperatures.

Six multiplexes containing from 3 to 5 loci were composed using the Multiplex Manager 1.0 program.

According to results of fragment analysis of multiplex PCR products a modification of multiplexes is required.

POSTGENOMIC TECHNOLOGIES IN PRACTICAL FORESTRY: DEVELOPMENT OF GENOME-WIDE MARKERS FOR TIMBER ORIGIN IDENTIFICATION AND OTHER APPLICATIONS

Krutovsky K.V.[1,2,3,4], Akulova V.S.[3,5], Belkov V.I.[6], Biriukov V.V.[3,5], Bondar E.I.[3,5], Feranchuk S.I.[3,7,8], Konstantinov Yu.M.[6], Kuzmin D.A.[3], Novikova S.V.[3], Oreshkova N.V.[3,5,9], Putintseva Y.A.[3], Sadovsky M.G.[3,10], Sharov V.V.[3,6], Shmakov V.N.[6], Simonov E.P.[3,5,11]

[1]George-August University of Göttingen, Germany konstantin.krutovsky@forst.uni-goettingen.de

[2]N.I. Vavilov Institute of General Genetics, Russian Academy of Sciences, Russia

[3]Siberian Federal University, Russia

[4]Texas A&M University, College Station, TX 77843-2138, USA

[5]Federal Research Center, Krasnoyarsk, Russia

[6]Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Russia

[7]Irkutsk National Research Technical University, Russia

[8]Limnological Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Russia

[9]V.N. Sukachev Institute of Forest, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Russia

[10]Institute of Computational Modeling, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Russia

[11]Institute of Animal Systematics and Ecology, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Russia

Introduction: The whole genome sequence data are the foundation for subsequent studies of evolutionary, biochemical and physiological processes in the sequenced organisms. Deep knowledge of the genome structure including the fine exon-intron gene structure, repeated sequences and intergenic sites help us better understand the mechanisms of gene regulation and expression, as well as the genome evolution. The whole genomic data become more available recently, including conifer species, and are widely used now to develop new DNA markers, such as single nucleotide polymorphisms (SNPs) and microsatellite loci or simple sequence repeats (SSRs) that can be used in population genetic analysis and for solving practical forestry problems, for example, to identify the origin of wood and planting material, for certification and identification of clones. Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.), Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) are among the most economically and environmentally important and the main forest-forming conifer species in Siberia that can benefit from species-specific polymorphic DNA markers. The recently developed assemblies of the chloroplast, mitochondrial and nuclear genomes for these species using the next generation sequencing (NGS) methods in the Laboratory of Forest Genomics of the Siberian Federal University [1-3] made possible fast and efficient development of such markers.

Materials and methods: The draft genome assemblies presented in Table 1 allowed us to identify a large number of microsatellite loci in the Siberian larch and Siberian stone pine genomes and to develop species-specific PCR primers for their amplification and genotyping. The primers were designed using computer search for the SSR loci in genome assembly contigs. A preliminary estimate of allelic diversity was made on test samples of several Siberian larch population and Siberian stone pine populations [4-6]. The most promising markers were selected, and multiplex genotyping panels were designed and tested for fragment analysis using the ABI 3130xl Genetic Analyzer with capillary electrophoresis [4-6].

The sequencing of the Siberian larch genome was done with 93X coverage using the Illumina HiSeq 2000 platform [2]. To select high quality reads and to remove adapter dimers the raw reads were filtered using MUSKET and Trimmomatic. A draft assembly was generated using the CLC Assembly Cell assembler. It contained 12.4 million contigs with a total length of ~8 Gbp. This assembly was searched for contigs containing SSR loci using the GMATo program. Primers for the selected microsatellite loci were designed using the WebSat online service (http://wsmartins.net/websat). As a result, 59 primers pairs were designed and tested.

Similar search for microsatellite loci and SSR marker development were done using the Siberian stone pine 32X genome coverage assembly [4].

To develop mitochondrial DNA markers in Scots pine contigs from its partial genome assembly were mapped to the mitochondrial DNA (mtDNA) contigs of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and loblolly pine (*Pinus taeda* L.) to identify homologous mitochondrial fragments of Scots pine. Then, they were resequenced in a sample of the Scots pine trees of European, Siberian, Mongolian and Caucasian origin in order to develop mtDNA markers. Flanking non-coding regions of some mitochondrial genes were also investigated and resequenced [7].

Table 1 - Whole-genome sequencing data used to develop microsatellite markers in *Larix sibirica* and *Pinus sibirica* and mitochondrial markers in *Pinus sylvestris*

Genome assembly	Total number of sequence reads, mln	N50, bp	Longest, bp	Total assembly length, Gbp
Larix sibirica				
Contigs	12.4	1074	128642	7.99
Scaffolds	11.33	6443	354326	12.34
Pinus sibirica				
Contigs	10.75	948	105599	7.01
Scaffolds	9.45	6920	110935	13.56
Pinus sylvestris				
Contigs	15.22	488	75010	6.748
Scaffolds	14.79	654	105091	7.807

Results and discussion. *Larix sibirica* SSRs: Among 59 primer pairs selected in the first test 20 produced no product, 12 had non-specific amplification and 27 stably amplified supposedly a single-locus PCR product that could be well-genotyped on gels. After the first selection, the forward primer in each of the 27 pairs was labelled either by “blue” (FAM) or “green” (HEX) fluorescent dyes for further testing on the ABI PRISM 3730 sequencer. The labelled oligonucleotide primers were synthesized by Sigma (Germany). The trial PCR multiplexes consisting of two or three primer pairs were made taking into account the size of the PCR fragments. Multiplexing was done at the PCR reaction stage by combining two or three different primer pairs in the same PCR reaction and adjusting the total volume by reducing the water portion accordingly. The obtained PCR amplification product was necessarily diluted 50–100 times before electrophoresis. The testing of polymorphic loci at this stage was carried out using 8–16 samples from each of the two populations. After this testing on a capillary sequencer, additional 9 pairs of primers had to be excluded due to poor or nonspecific amplification, and supposedly a large number of null alleles.

Pinus sibirica SSRs: Based on the testing of primers for 70 microsatellite loci with tri-, tetra- or pentanucleotide repeats, 18 most promising, reliable and polymorphic loci were selected that can be used further as molecular genetic markers in population genetic studies of Siberian stone pine [4].

Pinus sylvestris mitochondrial DNA markers: Five SNPs and a single minisatellite locus were identified [7]. Caucasian samples differed from the rest by three SNPs. Two SNPs have been linked to an early described marker in the first intron of the *nad7* gene, and all together revealed three haplotypes in European populations. No variable SNPs were found in the Siberian and Mongolian populations. The minisatellite locus contained 41 alleles across European, Siberian, and Mongolian populations, but, this locus demonstrated a weak population differentiation (F_{ST} = 0.058), probably due to its high mutation rate.

These new markers were further used in the Scots pine population and phylogeographic studies [8-9]. Three mitochondrial DNA markers were genotyped in 90 populations of Scots pine

located from Eastern Europe to Eastern Siberia. The geographic distribution of seven mitotypes demonstrated the split between western and eastern populations approximately along the 38th meridian. Genetic diversity in the western part was significantly higher than in the eastern one. Five mitotypes were western- and one eastern-specific. One mitotype was common in both regions, but in the eastern part it occurred only in the South Urals and adjacent areas. The geographic structure in the mitotype distribution supports a hypothesis of post-glacial recolonization of the studied territory from the European and Ural refugia.

Conclusions. The whole genome sequencing data provided rich material for developing highly polymorphic molecular genetic markers that were efficiently used for genotyping of natural and artificial populations of Siberian stone pine, Siberian larch and Scots pine, Newly developed markers will allow us obtaining reliable quantitative estimates of the parameters of their genetic structure, such as within and between population allelic and genetic diversity, genetic subdivision and differentiation at different hierarchical levels, inbreeding, gene flow, etc.

Acknowledgements. The study was done as part of the project "Genomics of the Key Boreal Forest Conifer Species and Their Major Phytopathogens in the Russian Federation" funded by the Government of the Russian Federation (grant no. 14.Y26.31.0004).

References:

1. Sadovsky M.G., Putintseva Yu.A., Birukov V.V., Novikova S., Krutovsky K.V. *De novo* assembly and cluster analysis of Siberian larch transcriptome and genome. Lecture Notes in Bioinformatics. – 2016. – Vol. 9656. – P. 455-464.

2. Kuzmin D.A., Feranchuk S.I., Sharov V.V., Cybin A.N., Makolov S.V., Putintseva Y.A., Oreshkova N.V., Krutovsky K.V. Stepwise large genome assembly approach: A case of Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.). BMC Bioinformatics. – 2019. – Vol. 20(Suppl. 1): 37.

3. Bondar E.I., Putintseva Y.A., Oreshkova N.V., Krutovsky K.V. Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.) chloroplast genome and development of polymorphic chloroplast markers. BMC Bioinformatics. - 2019. – Vol. 20(Suppl. 1): 38.

4. Belokon M.M., Politov D.V., Mudrik E.A., Polyakova T.A., Shatokhina A.V., Belokon Yu.S., Oreshkova N.V., Putintseva Yu.A., Sharov V.V., Kuzmin D.A., Krutovsky K.V. Development of microsatellite genetic markers in Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour) based on the *de novo* whole genome sequencing. Russian Journal of Genetics. – 2016. Vol. 52(12). – P. 1284–1292.

5. Oreshkova N.V., Putintseva Yu.A., Sharov V.V., Kuzmin D.A., Krutovsky K.V. Development of microsatellite genetic markers in Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.) based on the *de novo* whole genome sequencing. Russian Journal of Genetics. – 2017. – Vol. 53(11). P. 1194–1199.

6. Oreshkova N.V., Bondar E.I., Putintseva Yu.A., Sharov V.V., Kuzmin D.A., Krutovsky K.V. Development of nuclear microsatellite markers with long (tri-, tetra-, penta- and hexanucleotide) motifs for three larch species based on the *de novo* whole genome sequencing of Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.). Russian Journal of Genetics. – 2019. – Vol. 55(4). – P. 444-450.

7. Semerikov V.L., Putintseva Yu.A., Oreshkova N.V., Semerikova S.A., Krutovsky K.V. Development of new mitochondrial DNA markers in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) for population and phylogeographic studies. Russian Journal of Genetics. – 2015. – Vol. 51(12). – P. 1199–1203.

8. Semerikov V.L., Semerikova S.A., Putintseva Y.A., Tarakanov V.V., Tikhonova I.V., Vidyakin A.I., Oreshkova N.V., Krutovsky K.V. Colonization history of Scots pine in Eastern Europe and North Asia based on mitochondrial DNA variation. Tree Genetics and Genomes. – 2018. – Vol. 14 : 8.

9. Semerikov V.L., Semerikova S.A., Putintseva Y.A., Oreshkova N.V., Krutovsky K.V. Mitochondrial DNA in Siberian conifers indicates multiple postglacial colonization centers. Canadian Journal of Forest Research. – 2019. – Vol. 49(8). – P. 875–883.

SCIENTIFIC-METHODICAL PRINCIPLES OF MONITORING OF FOREST GENETIC RESOURCES STATE IN RUSSIA

Poliakova T.A., Slipets A.A., Zavistyaeva M.A.
Russian Centre of Forest Health, Russia polyakovata@rcfh.ru

The study of intraspecific genetic diversity and population structure of the main forest-forming species is important for the substantiation of long-term programs of sustainable use of forest resources and reproduction of their gene pools in the performance of reforestation activities. Forestry activities should take into account the structure of intraspecific variability and genetic subdivision of species. Application of scientific results of the study of intraspecific variability and population differentiation of forest woody plant species is the basis for monitoring the state of forest genetic resources. Based on population approach can be solved a number of important theoretical and practical issues, chief among them: assessment of the levels of intraspecific diversity, to identify the peculiarities of differentiation of populations, the selection of local populations and their groups and determining the size and boundaries of populations, the analysis of intraspecific microevolutionary processes, conservation of gene pool and breeding and genetic improvement of the species.

In the framework of the monitoring of the status of forest genetic resources of the Russian Federation currently, of the Russian Centre of Forest Health created and updated reference database of genetic data based on careful sampling of main tree species in areas of intensive forest management on the entire territory of the Russian Federation, genotyping of informative microsatellite nuclear, mitochondrial and chloroplast DNA loci and the validation of the obtained results. The data of genotyping of the main forest-forming species such as *Picea abies* (Norway spruce), *Picea sibirica*, *Pinus sylvestris* (Scots pine), *Pinus sibirica*, *Larix sibirica*, *Quercus robur* are entered into the database. At this stage, it becomes necessary and relevant to develop common standards for all departments of monitoring the state of forest genetic resources of Russian Centre of Forest Health to perform all stages of laboratory and analytical work.

As a result of the genetic data arrays obtained in 2016 and on the basis of the spatial distribution of the calculated frequencies of the main haplotypes and alleles for the main forest-forming species – *Picea abies* (Norway spruce), *Picea sibirica*, *Pinus sylvestris* (Scots pine), *Pinus sibirica*, *Larix sibirica*, *Quercus robur* – genogeographic maps were built on their habitats. Data for 2017-2019 are currently being analyzed and refined genogeographic maps of forest-forming species will be constructed on their basis.

Constantly updated reference database of genetic data and their mapping is a scientific and methodological basis and tool for monitoring the state of forest genetic resources, as well as to identify and predict the origin of biological material – reproductive material of forest plants (seeds, seedlings, seedlings), roundwood in illegal logging.

SIBERIAN LARCH (*LARIX SIBIRICA* LEDEB.) MITOCHONDRIAL GENOME, THE LARGEST CURRENTLY KNOWN MITOGENOME

Putintseva Y.A.[1], Bondar E.I.[1,2], Sharov V.V.[1,2], Simonov E.P.[2,3], Oreshkova N.V.[1,2,4], Kuzmin D.A.[1], Konstantinov Yu.M.[5], Shmakov V.N.[5], Belkov V.I.[5], Sadovsky M.G.[1,6], Krutovsky K.V.[1,7,8,9]

[1]Siberian Federal University, Russia yaputintseva@mail.ru

[2]Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences", Russia

[3]Institute of Animal Systematics and Ecology, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Russia

[4]V. N. Sukachev Institute of Forest, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Russia

[5]Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Russia

[6]Institute of Computational Modeling, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russia

[7]George-August University of Göttingen, Germany

[8]N.I. Vavilov Institute of General Genetics, Russian Academy of Sciences, Russia

[9]Texas A&M University, College Station, USA

Motivation and Aim: Unlike animals plants have very large mitochondrial genomes (mitogenomes) varying by at least an order of magnitude, ranging from ~222 kb in *Brassica napus* [1] and 316 kb in *Allium cepa* [2] to ~3.9 Mb in *Amborella trichopoda* [3] and ~11.3 Mb in *Silene conica* [4]. They have also very complex structure in plants. Conifers are an ancient group of plants of great economic value and ecological importance comprising more than 600 species including Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.) that is one of the keystone species in Siberian boreal forests. Due to the huge sizes both nuclear and mitochondrial genomes are still understudied in conifers. Only a few nuclear and mitochondrial genomes in conifers have been sequenced and published so far. We recently sequenced and assembled nuclear [5] and mitochondrial genomes in *L. sibirica.* Mitochondrial genomes (mitogenomes) are widely used in evolutionary and population studies, but despite the importance and wide distribution of Siberian larch the complete mitogenome has not previously been reported for this species.

Methods and Algorithms: Leaf tissues were collected from the reference *L. sibirica* tree in the dendrarium of the V. N. Sukachev Institute of Forest in Krasnoyarsk, Russia. Mitochondria isolation, purification, DNA enrichment and extraction were performed in the Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry in Irkutsk, Russia. DNA samples were sequenced at the Laboratory of Forest Genomics of the Siberian Federal University in Krasnoyarsk, Russia using the Illumina HiSeq2000 and MinION Oxford Nanopore Technologies sequencers.

Quality assessment of sequence reads was performed with FASTQC v0.11.5. Adapters were trimmed and short reads were removed using Trimmomatic v0.36. The MaSuRCa v.3.2.8 pipeline was used to assemble Illumina paired-end reads and MinION long reads into contigs, BESST 2.2.5 was used for additional scaffolding with mate-pair reads (insert size 8-10 kb).

To isolate mitochondrial sequences from nuclear and plastid sequences assembled contigs were mapped using BLAST 2.7.1+ to the nucleotide (nt) database and to the database of 3489 (143.5 Mb) complete and partial mitochondrial genomes of seed plants both available in the NCBI GenBank.

For annotation we used BLAST to align mitochondrial genes of well-studied mitogenomes of *Ginkgo biloba* and *Cycas taitungensis*. Results of BLAST alignment were compared with the NCBI database. In addition, search for ORF and RNA-seq data, alignment and transcript discovery were performed using the CLC Genomics Workbench. For identification of tRNAs we used the tRNAscan-SE and ARAGORN software. PREP-MT was used to find RNA-editing sites.

RepeatModeler v.1.0.11 was used to *de novo* infer consensus repeats and generate libraries for the genome assembly, and TEclass online service was employed to classify unknown repeated elements from *de novo* library.

Results: The mitochondrial genome was assembled into 9 scaffolds with total length of 11.7 Mb. Based on annotation it contains 39 protein-coding genes (including five genes, *nad2, nad4, nad5, nad7,* and *rpl2*, with introns), 34 tRNAs, and 3 rRNA genes. We also found 1914 C-to-U RNA editing events, which is similar to other Gymnosperm species (Table 1).

Table 1 - Number of C-to-U RNA-editing sites in mitogenomes of four Gymnosperm species

Species	Number of	
	sites	loci
Cycas taitungensis	1214	39
Ginkgo biloba	1306	41
Picea glauca	1751	68
Larix sibirica	1914	39

Using Repeat Modeler we found 122 mobile elements, among which TEclass identified 27 DNA transposons, 38 LTRs, 12 LINEs, and 9 SINEs. Use of concatenated library allowed to identify 7691 repeats which represent 11.14 % of the 11.82 Mb assembly of mitochondrial genome. Among classified repeats LTR, LINE and DNA elements were the most abundant (3.04 %, 2.05 % and 0.6 %, respectively). In total, interspersed repeats cover 7.9 % of Siberian larch mitochondrial genome (Figure 1).

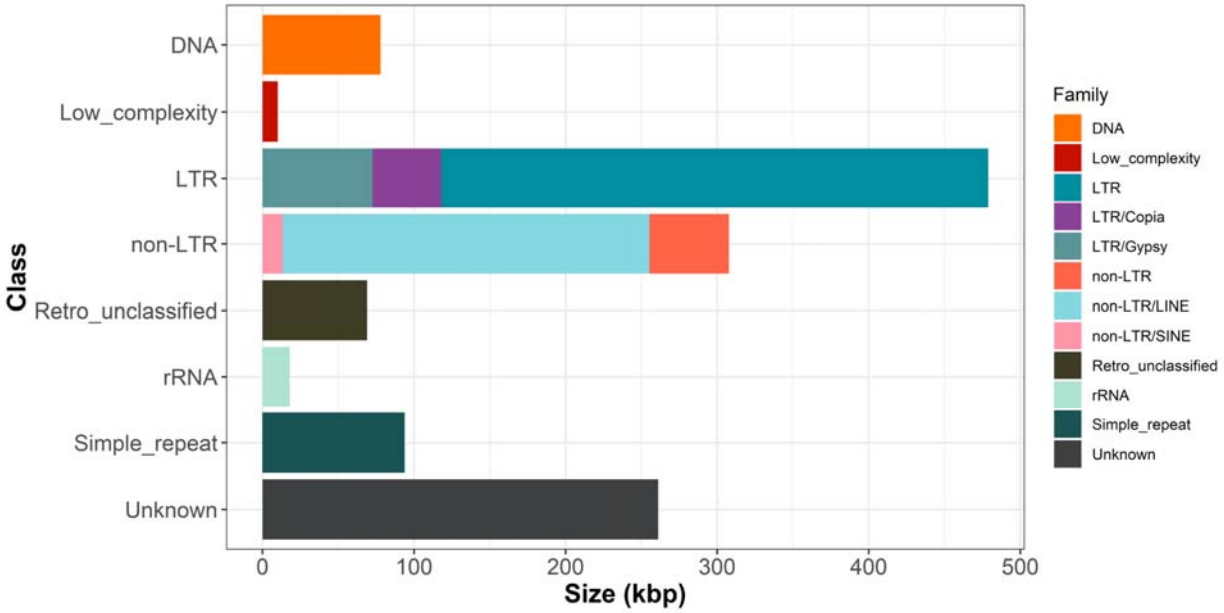


Figure 1 - Summary of repetitive content identified in *Larix sibirica.*

Conclusion: Mitochondrial genomes of conifer species are still poorly studied - only 5 genomes have been published to date. The sizes of published mitogenomes vary widely: 5.9 Mb in white spruce (*Picea glauca*) [6], 4.3 Mb in Norway spruce (*Picea abies*) [7], 1.2 Mb in loblolly pine (*Pinus taeda*) [8], 3.9 Mb in sugar pine (*Pinus lambertiana*) [9], and 986 Kb in Scots pine (*Pinus sylvestris*) (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/assembly/GCA_900143225.1).

We succeeded a high-quality assembly of the Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.) mitogenome using both short and long nucleotide sequencing reads generated by the Illumina HiSeq2000 and MinION. The final assembly of the Siberian larch mitogenome consists of 9 contigs with a total length of 11,662,539 bp (N50 = 3,031,766 bp). The longest contig is 4,008,762 bp, the shortest - 24,767 bp. Finally, 39 protein-coding, 34 tRNA, and 3 rRNA genes

were annotated. This mitogenome is currently the largest one. The assembled genome is of sufficiently good quality for further detailed study and comparative analysis with other mitogenomes of conifer species.

Acknowledgements: This study was supported by research grants №14.Y26.31.0004 from the Russian Federation Government for the "Genomics of the key boreal forest conifer species and their major phytopathogens in the Russian Federation" project and № 16-04-01400 from the Russian Foundation for Basic Research.

References:

1. Handa H. The complete nucleotide sequence and RNA editing content of the mitochondrial genome of rapeseed (*Brassica napus* L.): comparative analysis of the mitochondrial genomes of rapeseed and *Arabidopsis thaliana*. Nucleic Acids Res. – 2003. – Vol. 31(20). – P. 5907-5916.

2. Kim B., Kim K., Yang T.J., Kim S. Completion of the mitochondrial genome sequence of onion (*Allium cepa* L.) containing the CMS-S male-sterile cytoplasm and identification of an independent event of the *ccmF N* gene split. Curr Genet. – 2016. – Vol. 62(4). – P. 873-885.

3. Rice D.W., Alverson A.J., Richardson A.O. et al. Horizontal transfer of entire genomes via mitochondrial fusion in the angiosperm *Amborella*. Science. – 2013. – Vol. 342(6165). – P. 1468-1473.

4. Sloan D.B., Alverson A.J., Chuckalovcak J.P., Wu M., McCauley D.E., Palmer J.D., Taylor D.R. Rapid evolution of enormous, multichromosomal genomes in flowering plant mitochondria with exceptionally high mutation rates. PLoS Biol. - 2012. – Vol. 10(1): e1001241.

5. Kuzmin D.A., Feranchuk S.I., Sharov V.V., Cybin A.N., Makolov S.V., Putintseva Y.A., Oreshkova N.V., Krutovsky K.V. Stepwise large genome assembly approach: A case of Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.). BMC Bioinformatics. – 2019. – Vol. 20(Suppl. 1): 37.

6. Jackman S.D., Warren R.L., Gibb E.A. et al. Organellar genomes of white spruce (*Picea glauca*): assembly and annotation. Genome Biol Evol. – 2015. – Vol. 8(1). – P. 29-41.

7. Nystedt B., Street N.R., Wetterbom A. et al. The Norway spruce genome sequence and conifer genome evolution. Nature. – 2013. – Vol. 497(7451). – P. 579-584.

8. Neale D.B., Wegrzyn J.L., Stevens K.A. et al. Decoding the massive genome of loblolly pine using haploid DNA and novel assembly strategies. Genome Biol. – 2014. – Vol. 15(3): R59.

9. Stevens K.A., Wegrzyn J.L., Zimin A. et al. Sequence of the sugar pine megagenome. Genetics. – 2016. – Vol. 204(4). – P. 1613–1626.

FROM BIODIVERSITY PROTECTION TO FOREST GENETIC RESOURCES CONSERVATION – A SERBIAN CASE STUDY

Šijačić-Nikolić M.[1], Nonić M.[1], Milovanović J.[2], Vilotić D.[1]
[1]Faculty of Forestry - University of Belgrade, Serbia marina.nonic@sfb.bg.ac.rs
[2]Singidunum University, Serbia

Various human activities have led to irreversible loss of biodiversity, which is reflected in the extinction of species and populations, ecosystem degradation and loss of ecological services, erosion of genetic diversity and evolutionary potential. The Republic of Serbia is ranked among the countries with a very high floristic diversity and high endemism. Within the overall biodiversity, forest ecosystems occupy a significant place in Serbia, including about 250 indigenous tree species. Conservation of forest genetic resources should be considered as the efforts to preserve specific genotypes or populations and the combination of genes within them. The predominant form of FGR conservation in Serbia is *in situ*, but different types of *ex situ* conservation are also applied. *In situ* conservation of FGR in Serbia is mainly applied through the establishment of seed stands, while *ex situ* is applied through seed orchards, progeny tests, and provenance trials, and an important gene pool is kept in the arboreta and botanical gardens. The aim of this paper was to give a review of the state of biological diversity and forest genetic resources in Serbia, and activities on its conservation.

CONTROL OVER THE REPRODUCTIVE MATERIAL FOREST WOODY PLANT CIRCULATION IN RUSSIAN FEDERATION

Slipets A.A., Poliakova T.A., Zavistyaeva M.A.
Russian Centre of Forest Health, Russia kosachevaaa@rcfh.ru

Controlling the circulation of forest woody plant reproductive material and identifying the origin of the material is one of the decisive factors for future environmental sustainability and economic stability in the field of forest resources.

For the purposes of material identification, developed certification schemes with uniform and generally accepted rules and a guarantee of their implementation are required.

Important tasks of control over the turnover of reproductive material of forest woody plants are:

1) identification of planting material at the species level;

2) control of the origin of the planting material (seeds, seedlings), determining the region of origin;

3) improving the quality of the grown material by clone identification;

4) protection of wild plants from introgression (transfer of alleles of genes from one population to another) of cultivated relatives;

5) prevention of illegal logging by identifying timber.

Nuclear microsatellites (SSR) – codominant inherited, highly polymorphic markers that can be used for various applications in forestry were used to control the turnover of reproductive material of forest woody plants.

The approach we use in our work is to control the origin of seeds by using a reference base where the genetic data of adult plantings are recorded, the origin of which is known, and comparison with the genetic data of seeds of dubious origin. Therefore, the creation and updating of a reference database of genetic data on the basis of careful sampling, genotyping of nuclear microsatellite loci and verification of the reliability of the submitted data are currently under way. At this stage, it becomes necessary and relevant to develop common standards for all forest genetics laboratories to perform all stages of work to control the turnover of reproductive material of forest woody plants.

In 2016, Genetic laboratories of Russian Centre of Forest Health started an experiment on genetic control of seeds of the type "from seed to adult plants" based on the typing of nuclear microsatellite and mitochondrial DNA loci of seed and seedling samples of forest woody plants.

To solve the problem of control over the turnover of reproductive material in the reproduction of forests, the Department of Monitoring of Forest Genetic Resources of Russian Centre of Forest Health were selected seeds of pine and spruce from the Federal Fund of seeds. Scots pine seeds were harvested in the Bryansk, Kostroma and Ivanovo regions; Norway spruce seeds – in the Kostroma region. All seeds are of 1st class quality.

Seeds were sown in nurseries of the Moscow region in 2016: Vinogradovsky (Ulyanovsk), Zvenigorodsky (Oreshkovsky), Orekhovo-Zuevsky (Kurovskaya), Volokolamsk, Dmitrovsky and Naro-Fominsky (Narsky) in which seedlings were selected, and DNA of Scots pine and Norway spruce samples (Table 1).

To perform the task of monitoring the turnover of reproductive material of forest plants, a technique based on a comprehensive analysis of nuclear microsatellite and mitochondrial DNA was developed.

The revealed variety of mitochondrial DNA in Norway spruce seeds harvested in the Kostroma region and seedlings derived from these seeds grown in the Dmitrov and Volokolamsk nurseries of the Moscow region confirms the identity of the origin of the seed material and seedlings with the declared passports. The higher genetic diversity of samples from wild populations of the Kostroma region was noted, which is due to the correct selection of the material by forest pathologists of branches of Russian Centre of Forest Health according to the methodology developed by the Department of Monitoring of Forest Genetic Resources. The

smaller genetic diversity of seeds and seedlings indicates the possibility of collecting seeds from a small number of trees nearby to form this batch of seeds.

Table 1 – Areas of harvesting of seeds and the number of samples analyzed

Species	Seed harvesting area (region)	Name and location of the nursery where the seeds are sown	Number of isolated and analyzed DNA samples from seeds, PCs.	Number of isolated and analyzed DNA samples from seedlings, PCs.
Pinus sylvestris	Birch in the Kostroma region, Manturovo OGKU l-in, October str. l-in, 59 sq., 24	Vinogradovsky (Ulyanovsk), Moscow region	96/768	96/768
	Bryansk oblast, OGKU Uglichskoe l-in, Starodubskoe account l-in, 74 sq., 83			
	Ivanovo region, Vichuga OGKU l-in, sq 36, 38, 41, 43			
	Bryansk oblast, Sietske account l-in, 74			
Pinus sylvestris	Ivanovo region, Kineshma of OGKU l-in, sq. 10, 11, 68, 69, 72	Zvenigorodskaya (Oreshkovskaya), Moscow oblast	96/768	96/576
	Ivanovo region, Furmanov OGKU l-in, sq 5, 21, 43, 51			
	Kostroma region, Manturovsky OGKU l-in, October str. l-in, 59 sq., 24			
	Bryansk oblast, OGKU "Educational experienced l-in", 86 sq.			
Picea abies	Kostroma oblast, OGKU, Manturovskiy l-in, October str. l-in, 57 sq., 7	Dmitrov (Dmitrov), Moscow region	50/50	50/50
Picea abies	Kostroma oblast, OGKU, Manturovskiy l-in, October str. l-in, 57 sq., 7	Volokolamsk (Volokolamsk), Moscow region	50/50	50/50
Total			292/1636	292/1444

Thus, the obtained data on mitochondrial DNA can be successfully used to determine the regional affiliation of these batches of reproductive material by comparative analysis of the genetic composition of the samples.

Also, genetic analyses of nuclear DNA of samples of seeds and seedlings of Scots pine from Ulyanovsk and Oreshkovsky nurseries of the Moscow region were carried out. The revealed allele composition of individual loci showed a high level of similarity – 90%. The analysis of the DNA of these seeds and seedlings suggests that all the examined seedlings grown from batches of seeds of known origin correspond to the parties sent from the regions of harvesting specified in the relevant documents.

Currently, the applied methodological approaches have allowed to confirm the origin of the seeds tested at the moment in the Department of Monitoring of Forest Genetic Resources of the Russian Centre of Forest Health, and to show compliance with the declared in the seed passports. This means that the production of tested planting material is carried out at the proper level, in compliance with the basic Instructions on forest seed production in the Russian Federation (2000).

ЯГОДНЫЕ КУСТАРНИКИ: ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЕ В ЛЕСАХ КАЗАХСКОГО МЕЛКОСОПОЧНИКА И ВОЗДЕЛЫВАНИЕ В КУЛЬТУРЕ

Алека В.П.
Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Казахстан v.aleka@mail.ru

Для решения вопросов рационального природопользования необходима информация не только о запасах древесины, но и других ресурсах леса, в том числе пищевых. В настоящее время возрастает спрос на такой вид побочного пользования, как сбор ягод. Это объясняется содержанием в ягодах большого количества витаминов, макро- и микроэлементов и других ценных веществ, имеющих важное значение для здоровья и повышения работоспособности человека.

В лесах Казахского мелкосопочника в подлеске произрастает ряд видов ягодных кустарников, из которых особую ценность имеют *Ribes nigrum* L. (смородина черная) и *Rubus idaeus* (малина обыкновенная). По материалам П.Л. Горчаковского [1], в Казахском мелкосопочнике *Ribes nigrum* произрастает в сосняке долинно-террасном *с Pteridium aguilinum* L. (Kuhn.) и *Athyrium filix-femina* (L.) Roth. Согласно И.А. Хрусталевой и др. [2], этот вид в регионе обычен в подлеске березовых и березово-сосновых лесов. *Rubus idaeus* L. присутствует в сосняке каменисто-мшистом с *Linnaea borealis* [1] и обычен в подлеске сосновых лесов, встречается по лесным дорогам, на каменистых россыпях по склонам гор [2]. Нами вид отмечен в березняке свежем, травостой которого представлен разнотравно-злаковым сообществом.

Однако покрыть возрастающие потребности населения в плодах дикорастущих ягодников не представляется возможным ввиду их невысоких показателей встречаемости и обилия, а также распространения, в большинстве случаев, на территории особо охраняемых природных территорий. Одним из эффективных мероприятий по обеспечению населения плодами ягодных культур, в том числе смородины и малины, является их выращивание в условиях культуры. До настоящего времени во многих районах Казахстана, включая Северный и Центральный регионы, новые сорта ягодных культур не внедрены для широкого использования, в т.ч. из-за отсутствия научно-обоснованных предложений на основе изучения процессов их адаптации.

Начаты исследования по изучению высокопродуктивных сортов ягодных культур в Северном Казахстане (в дендропарке ТОО «КазНИИЛХА» Акмолинской области) и Центральном Казахстане (на землях ТОО «Нуркен-Индейка» Карагандинской области). Учитывая почвенно-климатические условия, сорта подбирались по признакам засухо- и морозоустойчивости, а, исходя из хозяйственного значения, они должны обладать высокой урожайностью. По комплексу хозяйственно-ценных признаков и биологических особенностей для исследований были предложены следующие сорта: смородина черная «Память Мичурина» и «Диковинка», малина «Янтарная» и «Гордость России».

Предварительные результаты показывают, что приживаемость однолетних саженцев обеих сортов малины составила 100% при высоких показателях качества. Формирование завязи более обильно отмечено у сорта «Янтарная». Приживаемость смородины варьировала от 90% (сорт «Диковинка») до 100% (сорт «Памяти Мичурина»). По качеству и росту более высокие показатели отмечены у сорта «Памяти Мичурина».

Список использованных источников:

1. Горчаковский П.Л. Лесные оазисы Казахского мелкосопочника. – М.: Наука, 1987. – 159 с.

2. Хрусталева И.А., Артемова О.А., Куприянов А.Н., Султангазина Г.Ж. Конспект флоры ГНПП «Бурабай» (Кокчетавская возвышенность, Центральный Казахстан). Ботанические исследования Сибири и Казахстана. - 2013. - Вып. 19. – С. 49-77.

СИВЕРС АЛМАСЫНЫҢ ПАЙДА БОЛУЫ МЕН ФИЛОГЕНИЯСЫ

Алемсейтова Ж.Қ.
«Тарбағатай» мемлекеттік ұлттық табиғи паркі, Қазақстан zhanylkan_72@mail.ru

Осыдан бірнеше жыл бұрын жабайы алманың эволюциялық тарихын зерттеу кезінде шетел ғалымдары әлемдегі алма атаулының арғы атасы Сиверс алмасы (*Malus sieversii*) Қазақстанда, оның ішінде Тарбағатайда екенін ғылыми деректермен дәлелдеді. Президент өзінің «Ұлы даланың жеті қыры» мақаласында «Қазақстан қазір де әлемдегі алма атаулының арғы атасы Сиверс алмасының отаны саналады» деген.

Тарбағатай өңірі климатының континенттігі температураның тез ауытқуынан, ауаның құрғақ болып, жауын-шашынның аз жауатындығы байқалады. Аудан климатының мұндай болу себебі-мұхиттар мен теңіздерден алыс қашықтықта орналасуына байланысты. Сондай-ақ кез-келген климатқа көршілес жатқан аймақтардың да жер бедері әсер етеді.

Жалпы Үржар ауданының жазы ыстық, қысы суық, қаңтар айындағы орта температура -22-30°С, ал жаздың ортасы шілде айында +25+35°С. Жылдық жауынның орта мөлшері 200-300 мм-ді құрайды. Жауын-шашын мөлшері түсімінің көп мөлшері қыс мезгілінде түседі.

Оңтүстік Шығыстан Солтүстік батысқа қарай жер бедеріндегі топырақ қабатының орталық бөлігі сарғылтым топырақ қабатымен, ал тау беткейіне жақын қарай қара-қоңыр топырақты қабатпен ерекшеленеді.

Тарбағатай тауының етегінде қиыршық тасты боз қызыл-қоңыр топырақтарда тобылғы аралас әр түрлі шөптесін өсімдіктермен орын алады. Тарбағатайдың өсімдік белдеуі тобылғы аралас әр түрлі шөптер, қиыршық тасты боз қызыл-қоңыр топырақта өседі. Тауда бірнеше өсімдік және топырақ белдеулері бар, 1400 м биіктікке дейін таулы қызыл-қоңыр, таулы қара топырақтарда бозды бетегелі дала зонасы, одан жоғары 1400-1700 м деңгейде қара топырақ тәрізді шымды-шалғындық топырақтарда субальпілік және альпілік шалғындар өскен зоналар орын алады.

Аудан жерінің батысынан шығысына қарай созылып жатқан Тарбағатай тауының ұзындығы 300 шақырым, ені 30-50 шақырым шамасында. Ең биік шыңы Тастау 2991 м дейін жетеді.

Тарбағатай тауының тарихи құндылығы, географиялық орны, жер бедері қасиетіне химиялық, геологиялық, гидрологиялық ерекшеліктеріне, климаты, табиғат зонасы, өсімдіктер мен жануарлар дүниесінің байлығын айта келе: «Асқар тау Тарбағатай баурайы алма мен тау шымылдықтың «тарихи отаны» екені ғылыми тұрғыда осы күнге дейін зерттеген ғалымдармен дәлелденген. Бір көзге қарапайым, бірақ бүкіл әлем үшін өзіндік мәні бар, бұл өсімдіктер қатары осы Тарбағатай тауы етегінде бүр жарып, әлемге таралғаны мәлім.

Қазақстан қазір де әлемдегі алма атаулының арғы атасы - Сиверс алмасының (*Malus sieversii*) отаны саналады. Дәл осы тұқым ең көп таралған жемісті әлемге тарту етті. Әлемге танылған алма- біздегі алманың генетикалық бір түрі. Ол Үржар ауылы елді мекеніміз 19 ғасырдың 50 жылдары қазақ (казачье) поселкесі ретінде пайда болып, бұл арадан 2000 жыл бұрын Ұлы Жібек Жолы өтіп, бүгінгі күнге дейін құрыштай берік дала халқы өсіп шыққаны тарихи қойнауы бар мекеннің тағы бір байлығы - Сиверс алмасының (*Malus sieversii*) осы жерден таралуы болып табылады.

Бұл құнды байлығымызды бірінші танытқан Иван Сиверс 1796 жылы қасиетті Алакөлге келіп, Тарбағатай тауының Үржар маңында керемет өсіп тұрған алмаларды көріп «Мұндай алмаларды ешқандай өңірден кездестірген емеспін» деп жазып, бүкіл әлемге мәлім еткен. Алғашқы әйгілі еткен Иван Сиверстің атымен аталып, алма Сиверс алмасы (*Malus sieversii*) атауына ие болған. Осы мәлімдемеден соң Қырғыздың жабайы алмасы, қызыл алма, осы үш түрі белгілі болды. Қызық жері алмаларда бір-біріне ұқсастық жоқ- деп мәлімдеген зерттеуші академиктердің қатары.

Сиверс алмасы (*Malus sieversii*) 6-8 метрлік биіктікке дейін өседі. Ашық, күн көзі түсетін жерде жақсы өсім береді. Академик Аймақ Жанғалиевтің зерттеуі бойынша жабайы алманың 40 түрі бар. Жемістері жасыл, сары, қызыл немесе осы түстер аралық бояулармен боялады.

Археологиялық қазба жұмыстарының дәлелі бойынша, жабайы алма түрі бор дәуірі орталығында өмір сүрген. Ал ҚСРО ғылым Академиясы биологиялық сөздігі бойынша, жабайы алма ағаштарына мөлшермен 165 млн. жас беріледі.

Табиғи ауқымда Сиверс алмасы (*Malus sieversii*) таңқаларлық әртүрлілікпен ерекшеленеді. Табиғи ерекше жағдайларда морфологиялық және биологиялық ерекшеліктердің керемет байлығын анықтады. Өзгеріп жатқан табиғи ортаның әсерінен әртүрлі факторларға: температураның өзгеруіне, зиянкеспен ауруларға бейімделген түрмен қалыптасқаны анықталды.

Оңтүстік Сібір мен Алтай экспедициясының төрт жылында Ресейдің Флора авторы Питер Саймон Палласқа 18 хат пен ескерту жіберіп, әсерімен, тұжырымын ұсынылып, басылымға шығарылған.

Ал кеңес дәуірінде бұл алманы зерттеу бойынша көптеген жұмыстарды Қазақ КСР Ғылым академиясының жеміс өсіру және жүзім институтының бірінші басшысы болған академик Аймақ Жанғалиев жүргізді.

Қазіргі Қазақстан жерінде керемет алмалардың өсетіндігін көршілес Қытай елі 1240 жылдан бастап жазып, алма тұқымының осы жерден таралғанында айтқан. Ал жабайы алмалар 50 миллиондай жыл бұрын өсіп, жер жүзіне тараған.

Ең басты ерекшелігі жабайы алма күтім қажет етпейді, яғни баптап, қорғап, қоршауға талап жоқ. Оның дамуын дарвинизмнің эволюциялық дамуымен теңестірсе болады. Өзін-өзі сақтап, табиғи сұрыпталып, жетіліп, дамып, таралып отыр. Бұл деректерге дәйек болған, Ботаника институтының ғалымдары әлемдік деңгейде зерттеп, дәлелдеп ғалымдарымыздың қол жеткізген жетістіктері жайында ҰҒА академигі, биолог-ғалым Аймақ Жанғалиев айтып кеткен. Ол тіпті «Алманың атасы-Аймақ Жанғалиев» фильмін де шығарды.

2015-2016 жылы Үржар жеріне келген француз биологы Кэтрин Пексте Тарбағатай тауындағы 1200-1600 м теңіз деңгейінде орналасқан Сиверс алмасына (*Malus sieversii*) зерттеу жұмыстарын жүргізіп, саяхатын сипаттады. Оның бастамасымен «Алманың шығу тегі немесе Едемнің жұмақ бағдары» атты фильмі түсірілді.

Кэтрин Пекстің айтуы бойынша келешекте Сиверс алма (*Malus sieversii*) ағашынан алма ағаштарының өсірілген сорттарын жақсарту үшін қолдануға болады.

Тау қыратынан табылған құндылықты генетикалық негіз ғалымдарға қатты әсер беріп, олардың күш-жігерінің арқасында өзгеріссіз қалған жеміс ағаштарына, 2006 жылдан бастап ғалымдар, 2500-ге жуық заманауи алма сорттарына ДНҚ талдау жасап, барлық алма ағаштарының ұрпағы, ол Сиверс алмасы (*Malus sieversii*) екеніне тағы көз жеткізген.

Әлемдік ботаниктер жерден жабайы алма ағаштарының тек 27 түрін таба алды. Алайда, олардың жемістері іс жүзінде тамақ үшін пайдаланылмайды, ал ағаштардың өздері асылдандыру жұмыстарына қызығушылық танытпайды. Ал Сиверс алмасы (*Malus sieversii*) осының ішіндегі жалғыз ерекшелік туғызушы. Шет ел ғалымдары біздегі жабай алма сорттарына, тұқымына қатты қызығушылық танытуда. Өйткені бұл алма өзін-өзі жаңартып, жасартып, жетілдіріп отыратын алма болғандықтан. Ыстыққа шыдамды, суыққа төзімді, алманың жаңа сорттарын алуға өте қолайлы.

Мысалға алғанда, американың Невада штатының табиғаты 43-45°С қолайлы болмаса да, алма тұқымын апарып егіп, мықты өнімдік алған. Жалпы айтқанда алманың жаңа сорттарын алу үшін, біздің жабайы алмамыздың тұқымы әлемдік қызығушылық танытуда.

Әр нәрсенің өз уақыты болады демекші, шет ел ғалымдарын қазіргі күні апорт алмасы емес, жабайы алма қызықтырып отыр. Өйткені апорт алмасының да арғы тегі-жабайы алма.

Деректі дәлел ретінде, Америка ғалымдарының он екі жылға шарт жасап, жабайы алма тұқымын сақтап қалу үшін үш миллион доллар қаржы бөлуінің өзі осының айғағы. Яғни, бұл алма тариха әліде ары қарай жалғаса бермек.

Қандай болмасын зерттеуші ғалым адамдардың шығармашылық жұмыстапрына өзі туған орта мен айналаны қоршаған табиғат ерекше ықпалын тигізбей қоймайды. Мінез-құлқы да осы қоршаған ортаға байланысты болады деп айсақ артық болмас.

Ал жабайы алма тарихы о баста қазақ топырағынан тарағанын біздің талай білікті ғалымдарымыз дәлелдеп берген. Араға талай ғасырлар салып, бір елден екінші елге көшіп жүрген алма ағаштары Жер шарын шыр айналып шыққан. Әлемге танылған Сиверс алмасының (*Malus sieversii*) тарихы да солай.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ РОСТА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР СОСНЫ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Арбузов С.А.[1], Дубовик Д.С.[2], Сигитов А.А.[1], Роговцев Р.В.[3], Тараканов В.В.[2]
[1]Сибирский государственный университет геосистем и технологий, Россия
stan_i_slav84@mail.ru, dubovik.nsk@gmail.com
[2]ЗСО ИЛ СО РАН - филиал ФИЦ КНЦ СО РАН, Россия
[3]Российский центр защиты леса – Центр защиты леса Новосибирской области, Россия

В России создано около 1 тыс. га географических культур основных лесообразующих видов [1-2]. Эти уникальные объекты, предназначенные для изучения популяционной структуры видов и отбора экотипов, нуждаются в систематической инвентаризации и измерении таксационных показателей. Однако в связи с высокой густотой посадки (около 3-5 тыс. шт./га) и относительно большим возрастом (40 и более лет) и размерами деревьев прижизненное измерение ряда таксационных показателей, прежде всего высоты ствола, становится проблематичным.

Кроме этого, несмотря на подбор для закладки культур относительно выровненных по рельефу площадей, для учета влияния микроусловий на рост деревьев желательно иметь достаточно подробную модель земной поверхности таких участков.

Решение этих задач может быть достигнуто применением средств дистанционного зондирования, в том числе беспилотных летательных аппаратов [3-4].

В порядке апробации этого подхода нами были обследованы географические культуры сосны обыкновенной, заложенные в 1976 г. на площади 16 га в Сузунском лесничестве Новосибирской области. Культуры созданы потомствами от 37 географических популяций сосны в 3-х повторностях. В 30 лет их средняя густота составляла 1528 шт./га, средний диаметр ствола (на высоте 1,3 м) - около 15 см, средняя высота - 13,5 м [5]. При обследовании в 2017 г. (в возрасте 40 лет) их высота составила уже 18,5 м. Сомкнутость крон на большинстве делянок превышает 1.

Для определения различных показателей древостоя и отдельных деревьев в сентябре 2017 года была проведена аэрофотосъемка культур с беспилотного летательного аппарата «DJI Phantom 4». С высоты 90 метров было получено 889 снимков с продольным перекрытием 80% и поперечным 60% соответственно. Координаты точек планово-высотного съемочного обоснования были определены с помощью геодезических ГНСС-приемников. Серия контрольных измерений деревьев по всему периметру плантации выполнена традиционным методом, с использованием высотомера «Suunto PM-5/1250».

Обработка материалов аэрофотосъемки с целью построения модели рельефа и матрицы высот деревьев осуществлялась в программном продукте «Photoscan»; оценка точности автоматизированных построений и измерений – в ЦФС «Photomod»; вычисления и сбор данных о высотах деревьев – в геоинформационной системе «QGIS».

На основе полученных данных была построена модель рельефа участка (рисунок 1) и промерены высоты деревьев 20 происхождений. По данным дисперсионного анализа влияние рельефа и происхождения культур, а также их взаимодействия оказалось статистически значимым при $P<0,001$. При этом вклад факторов и их взаимодействия в общую дисперсию высоты ствола составил 26,1, 14,6 и 25,2% соответственно.

Летом 2019 г. осуществлено повторное обследование культур с целью верификации метода и уточнения данных по рельефу и интенсивности роста различных происхождений. Подробные данные будут представлены в докладе и статье.

В целом полученные результаты подтверждают вывод о несомненной перспективности применения средств дистанционного зондирования для изучения географических культур.

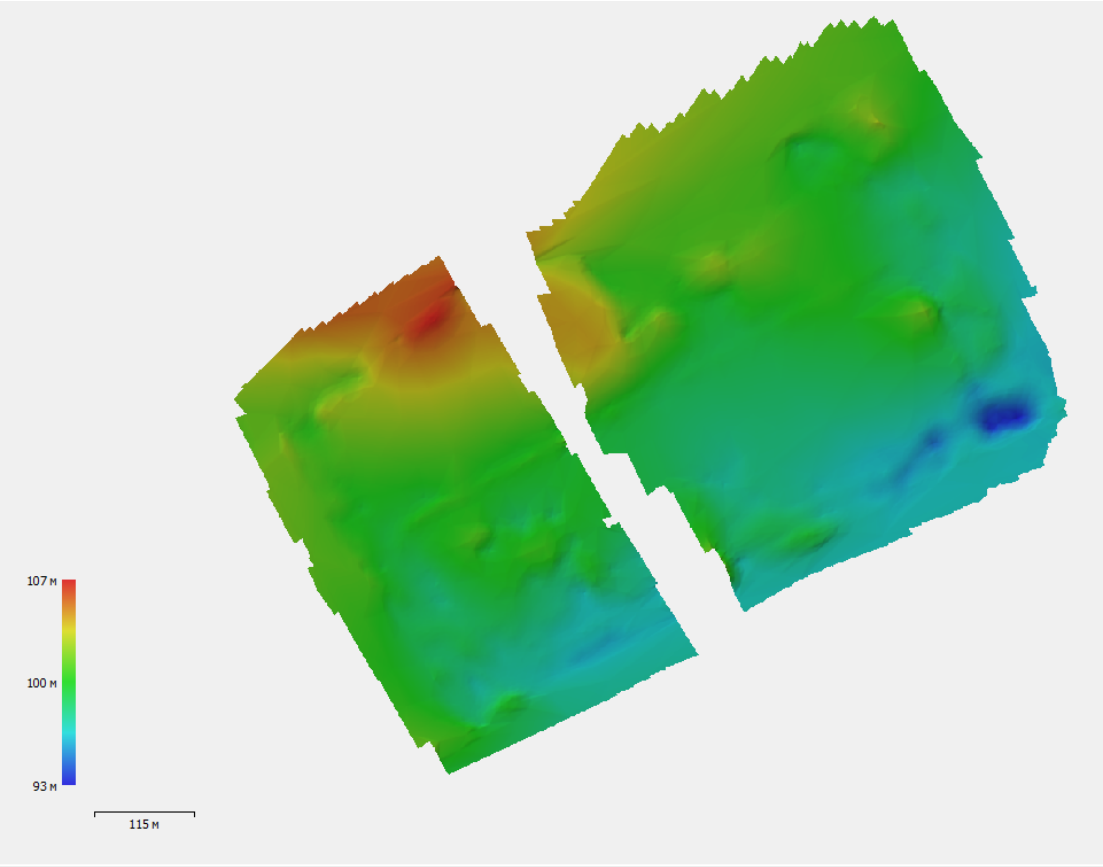


Рисунок 1 - Модель рельефа участка, построенная по данным 2017 г.

Список использованных источников:

1. Шутяев А.М. Изменчивость хвойных видов в испытательных культурах Центрального Черноземья. - М.: НИИЛГиС, 2007. - 296 с.

2. Кобельков М.Е. Лесное семеноводство на пороге перемен. Лесная Россия. Лесное семеноводство. - 2008. - №9. - С. 4-8.

3. Paneque-Galvez J., McCall M.K., Napoletano B.M., Wich S.A., Koh L.P. Small Drones for Community-Based Forest Monitoring: An Assessment of Their Feasibility and Potential in Tropical Areas. Forests. - 2014. - №5. - P.1481-1507.

4. Sammartano G., Spano A. DEM Generation based on UAV Photogrammetry Data in Critical Areas. Proceedings of the 2nd International Conference on Geographical Information Systems Theory. Applications and Management, GISTAM 2016, Rome, Italy, April 26-27, 2016. - P.92-98.

5. Роговцев Р.В., Тараканов В.В., Ильичев Ю.Н. Продуктивность географических культур сосны в условиях среднеобского бора. Лесное хоз-во. - 2008. - №2. - С. 36-38.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ САКСАУЛА ЧЕРНОГО В ПИТОМНИКЕ БОЛЬШЕ-БАРСУКСКОГО ГУ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Ауезов Д.У., Айтеков Г.С.
Западно-Казахстанский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйств и агролесомилиорации», Казахстан zapad_lh@mail.ru

В государственном лесном фонде Казахстана саксаульниками занято свыше 10 млн. га, или 73%, покрытой лесом площади. Они играют исключительно большую почвозащитную роль, способствуют смягчению климатических условий пустыни и полупустыни. Высокое природоохранное значение саксаульников, охранное и народнохозяйственное значение саксаульников, их длительный период восстановления естественным путем вызывает необходимость искусственного создания саксауловых насаждений.

В последнее время большое внимание уделяется созданию лесных культур посадкой сеянцев. Объемы лесопосадочных работ ежегодно возрастают.

Следовательно, потребуется значительное количество посадочного материала. Однако существующая агротехника зачастую не обеспечивает планового выхода стандартных сеянцев.

Поэтому необходимы эффективные приемы выращивания посадочного материала саксаула черного, соблюдение которых повысит выход стандартных сеянцев.

Однако ни в одном из госучреждений лесного хозяйства Западного Казахстана не занимаются выращиванием сеянцев саксаула черного в питомнике, кроме Больше-Барскуского ГУ лесного хозяйства Актюбинской области. Здесь, начиная с 2000 года, ежегодно производят посев семян саксаула в питомнике на площади 1 га.

В Больше-Барсукском ГУ имеется временный питомник, который расположен на ровном участке «Каульджур» на бурых пустынных супесчаных почвах (рисунок 1).

Рисунок 1 - Выращивание сеянцев саксаула черного в питомнике Больше-Барсукского ГУ лесного хозяйства

Выращивание посадочного материала обеспечивается в питомнике с регулярным поливом из озера Шалкар. Технология выращивания сеянцев саксаула черного в Больше-Барскуском ГУ состоит из следующих операций:

–Подготовка почвы выполняется по системе 1-летнего черного пара. Основная обработка почвы проводится по отвальной вспашке на глубину 30-35 см;

–В течение лета выполняется 3-4 культивации, а перед посевом - культивация с одновременным боронованием;

–Перед посевом проводят планировку почвы;

–Посев проводят осенью, до замерзания верхнего слоя почвы;

–Применяется ленточный двухстрочный посев семян саксаула (13,3 тыс. погонных метра на 1 га), ширина строчек 10-12 см, расстояние между их осями составляет 65-70 см. Расстояние между лентами 70-75 см. Высевают семена, смешанные с умеренно увлажненным песком в объемной пропорции 1:5 (5 частей песка) без последующей их заделки;

–Норма высева семян зависит от класса, чистоты, массы 1000 шт. семян и лабораторной всхожести. По схеме, применяемой в госучреждении, она составляет 3,6-4,0 г / пог. м.

Уход за посевами заключается в следующем:

–В июне, когда происходит интенсивный рост и формирование сеянцев саксаула проводят основной вегетационный полив. В среднем проводят 3 полива. Полив проводят по бороздкам;

–Ручная прополка посевов проводится в строчках и защитных зонах. В межстрочных и межленточных пространствах уходы проводят механизированным способом – культиваторами;

–Культивацию проводят после полива. За вегетационный период проводят 3 ручных прополки и 3 механизированных уходов;

–Выкопку сеянцев проводят весной непосредственно перед посадкой.

Для того, чтобы точно знать количество выращенного посадочного материала, в начале октября текущего года проведена инвентаризация посевов.

При инвентаризации применялся диагональный метод учета сеянцев, при котором сплошной подсчет сеянцев производился на 4% от общей протяженности посевных строчек.

Результаты инвентаризации посадочного материала осенью 2012 года показали, что количество сеянцев саксаула черного в питомнике площадью 0,8 га составляет 350 тысяч шт, а джузгуна безлистного на площади 0,2 га - 11 тысяч шт.

Результаты инвентаризации 2010 года показали, что выход сеянцев саксаула черного с площади 1,0 га составил 350 тыс. стандартных сеянцев.

ДИГРЕССИЯ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ГНПП «БУРАБАЙ»

Базарова А.А., Архипов Е.В., Балташева С.Ж.
Государственный национальный природный парк «Бурабай», Казахстан
nauka_burabai@mail.ru

Полезность лесного отдыха, его благотворное воздействие на восстановление психологического равновесия и физических сил человека вызывают возрастание притока рекреантов и, соответственно повышается нагрузка на экосистему[1-2].

При рекреационном использовании лесных насаждений возникают неблагоприятные природные изменения (уменьшается полнота древостоя, увеличивается количество больных и поврежденных деревьев, уничтожается подстилка и уплотняется почва, отмирают подлесок и подрост), которые могут оказаться опасными для продолжения естественного развития природных компонентов [3-5], вызывая ухудшение качественного состояния леса, а в некоторых случаях и его полную, естественным путем необратимую деградацию – изменение биогеоценоза, наступающее на последних стадиях рекреационной дигрессии, характеризующейся потерей жизнеспособности [6].

Рекреационная дигрессия – это изменения в природных комплексах (главным образом в лесных биоценозах) под влиянием интенсивного использования для отдыха населения. Регулярное пребывание даже ограниченного количества рекреантов (людей) в лесу, вызывает постепенные прогрессирующие изменения в сложных взаимосвязанных биологических системах, которые могут привести к разрушению природной среды. К основным видам рекреационного воздействия на лесной биоценоз относятся: механический (вытаптывание, нанесение зарубок на стволах, обламывание ветвей, заготовка дров, ожог почвы от костров, распугивание животных), вынос, отчуждение посетителями вещества и энергии (грибов, ягод, цветов и.т.д.) и др. Самым ощутимым и постоянно действующим фактором рекреационной дигрессии является механическое воздействие и особенно сказывается на легкоуязвимых эфемерах и эфемероидах. Для рационального использования рекреационных территорий решающее значение имеет определение устойчивости природного комплекса [7].

Известным и популярным местом отдыха в Казахстане является Курорт-Боровое, где высокая нагрузка в туристско-рекреационной зоне рассматривается как устойчивый процесс. В последнее время увеличилось число людей, заинтересованных в туризме, что привело к расширению территорий по различным степеням туристской деятельности и рекреационным дигрессиям. По данным ГНПП «Бурабай» о посещаемости территории ООПТ, количествопосетителей за июнь 2019 составило 9 245 человек, а за июнь 2018 года – 9 348 (рисунок 1). Снижение потока рекреантов можно обусловить с неблагоприятными погодными условиями в сравнении с прошлым 2018 годом.

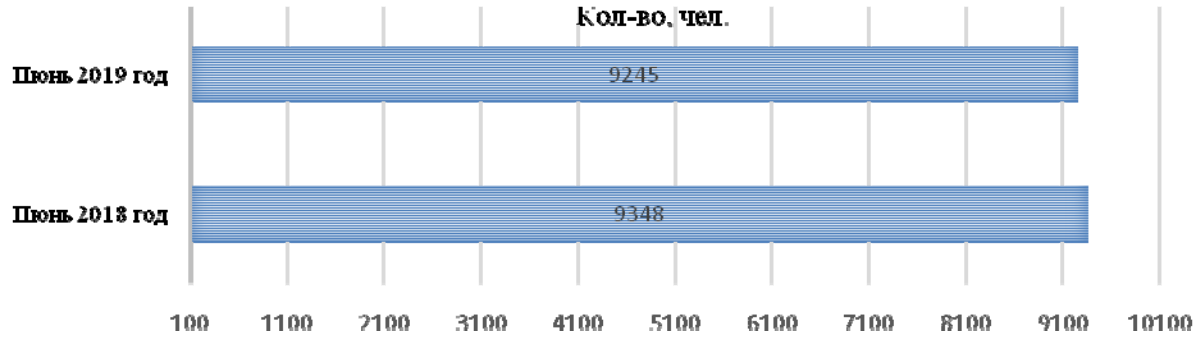


Рисунок 1 - Число посетителей по факту

Для оперативной или экспрессной оценки лесных территорий существует глазомерный метод определения стадий рекреационной дигрессии [8], основанный на общих закономерностях процесса деградации растительного покрова, легко различимых визуально и не требующих длительных стационарных исследований или трудоемких инструментальных измерений.

При использовании шкалы визуальной оценки следует в первую очередь учитывать:

1) наличие выбитых участков;

2) появление луговых и сорных видов травянистой растительности под пологом леса;

3) увеличение количества суховершинных и отмирающих деревьев (в сравнении с лесными участками, не вовлеченными в процесс рекреации);

4) ухудшение состояния подроста и подлеска;

5) уплотнение верхнего слоя почвы и т. п.

Шкала дигрессии: I стадия - изменение лесной среды не наблюдается; II стадия - изменение лесной среды незначительно; III стадия - изменения лесной среды средней степени; IV стадия - изменения лесной среды сильной степени; V стадия - лесная среда деградирована.

Для определения оперативной или экспрессной оценки лесных территорий в государственном национальном природном парке «Бурабай» были выделены три наиболее часто посещаемых населением и, соответственно, испытывающее наибольшее антропогенное воздействие, рекреационные зоны.

1 участок - квартал №12, выдела 4, 5 - береговая зона. В основном сорные травяные растения до 50%. Суховершинные деревья не более 20%, подрост и подлесок редкой густоты (рисунок 2), замечается незначительное уплотнение почвы и заметное оголение корней. Посещаемость туристами средняя - 27-30 человек в час на участок 50×15 м. Изменения лесной среды III стадии.

2 участок - квартал №12, выдела 1, 6 - береговая зона. Появление луговых и сорных видов травянистой растительности под пологом леса, незначительные количества суховершинных и отмирающих деревьев 20%. Вытаптывание троп на подлеске. Мхи встречаются только около стволов деревьев (5-10%). Хорошо заметно оголение корней и уменьшение подроста и подлеска. Участок площадью 20×50 м за час посетило более 70 человек, соответственно посещаемость туристами зоны выше среднего. Изменения лесной среды III стадии.

3 участок - квартал №6, выдела13, 14 - посещаемость туристами очень высокая. Мхи встречаются только около стволов деревьев (5-10%). Усыхающих и поврежденных деревьев до 40%. Сильное оголение корней и уплотнение почвы (рисунки 3 и 4). Изменения лесной среды - IV стадии.

Рисунок 2 - Подлесок

Рисунок 3 - Оголение корней

Рисунок 4 - Мхи

Таким образом, лесная территория прибрежной зоны Боровского лесничества отнесена к III-IV стадиям дигрессии, а необходимость в проведении лесохозяйственных мероприятий по сохранению уникальных экосистем возрастает с каждым годом.

Список использованных источников:

1. Чижова В.П. Рекреационные нагрузки в зонах отдыха. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 48 с.

2. Меллума А.Ж., Рунгуле Р.Х., Эмсис И.В. Отдых на природе как природоохранная проблема. – Рига: Зинатне, 1982. – 157 с.

3. Кузьмичев А.С., Асмаев Л.Р. Влияние хозяйственной деятельности и рекреации на состояние лесных ресурсов. – М.: ЦБНТИ, 1978. – 39 с.

4. Карманова И.В., Рысина Г.П. Оценка рекреационного потенциала пригородных лесов. Современное состояние и перспективы рекреационного лесопользования. Тезисы докладов. – Л.: ЛНИИЛХ, 1990. – С. 33-34.

5. Цветков П.А., Горбунов А.С. Влияние рекреации на природную пожарную опасность сосновых лесов заповедника «Столбы». Хвойные бореальной зоны. - 2007. - Т. XXIV. № 1. – С. 72-79.

6. https://ped-kopilka.ru/blogs/blog57553/ponjatija-i-stadi-rekreacionoi-digresi-i-e-mehanizma.html

7. ОСТ 56-84-85. Использование лесов в рекреационных целях. Термины и определения. – М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1986. – 5 с.

8. Добрынин С.А. Влияние рекреационных нагрузок на устойчивость биогеоценозов в зависимости от крутизны склонов. Лесное хозяйство. - 1997. - № 2. – С. 26.

МОРФОФИЗИОЛОГИЯ ЦИКЛОФИЗИСА У КЕДРА СИБИРСКОГО: ОПЫТ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕГЕТАТИВНОГО ПОТОМСТВА ОТ МАТОЧНИКОВ РАЗНОГО ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Бендер О.Г., Велисевич С.Н., Горошкевич С.Н.
Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Россия
obender65@mail.ru

Современная теория онтогенеза растений основывается на двух основных факторах – изменениях в свойствах апикальных меристем и дифференциальной экспрессии генов. Последовательная смена этапов онтогенеза – это чередование звеньев двух типов: физиологического статуса организма как целого и дифференциальной экспрессии генов. В интактном дереве эта цепь неразрывна и не позволяет установить причинно-следственные связи между физиологическими и эпигенетическими (определяемыми дифференциальной экспрессией генов) факторами, разграничить их влияние на морфогенез и рост. Этот вопрос решается путем прививки, когда вегетативные ткани с известным состоянием генома помещаются в новую физиологическую среду подвоя. В этом случае сохранение признака свидетельствует о его зависимости от необратимых изменений в экспрессии генов, а его изменение – о преимущественном влиянии новой физиологической среды. [1-4].

Объект нашего исследования, сосна кедровая сибирская – важнейший в природном и хозяйственном отношении вид. Стоит задача его введения в культуру путем создания прививочных орехоплодных плантаций на селекционной основе. Считается, что генеративные особенности материнских деревьев сохраняются при вегетативном размножении, а прививка позволяет значительно ускорить начало семеношения и время промышленного получения кедрового ореха. Поэтому для обеспечения высокой и продолжительной урожайности орехопродуктивных плантаций деревья следует клонировать в начале апогея семеношения; это позволяет использовать весь период экономически выгодной, наивысшей урожайности клона в течение не менее 80-100 лет. Актуальна также разработка технологии создания плантационных культур кедра сибирского, предназначенных для производства товарной древесины. Между тем, о наследовании скорости роста маточников разного возраста их вегетативным потомством не известно пока ничего. Наша работа призвана хотя бы отчасти восполнить этот пробел.

Цель данной работы – на примере 5-летнего вегетативного потомства деревьев сосны кедровой сибирской широкого возрастного диапазона (5-700 лет) выявить и сопоставить долю эпигенетических и макрофизиологических факторов в изменчивости их морфофизиологических особенностей.

Специально для данной работы в 2012 году создан участок клонового архива (г. Томск). В нем представлены клоны деревьев разновозрастного (1-700 лет) кедровника (север Обь-Томского междуречья 56°12' с.ш., 84°24' в.д.). Черенки для прививок собраны с 12 сенильных, 20 генеративных, 20 имматурных и 20 ювенильных деревьев и привиты на однородный 5-летний подвой местного происхождения. Каждое материнское дерево представляло собой ортет. Число рамет в клоне – 1-2 шт., за исключением ювенильных растений, у которых каждый ортет был представлен единственным раметом. Возраст привитых деревьев на момент анализа составил 10 лет, возраст прививок – 5 лет. Анализировали 3-летний период развития – 2014-2016 гг. Изучение морфогенеза привоев проведено на трех уровнях организации: кроны, побега, листа. В пределах каждой возрастной группы вариационными рядами служили выборки: 25 шт. ювенильных, 28 шт. имматурных, 24 шт. генеративных и 23 шт. сенильных привоев.

Анализ полученных результатов показал, что длина хвои и площадь ее поперечного сечения в значительной мере определялись возрастом маточника (рисунки 1, 2). Толщина эпидермиса хвои сенильных деревьев почти на 12% толще, чем у имматурных, и на 25% толще, чем у ювенильных (рисунок 3).

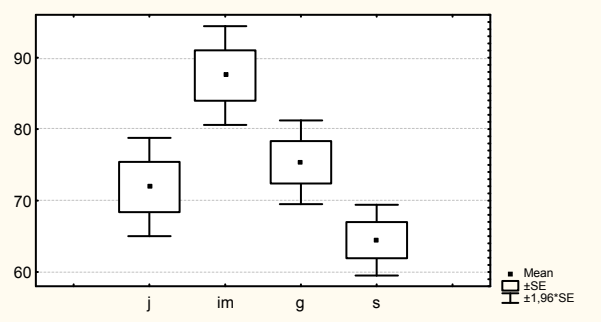


Рисунок 1 - Длина хвои у деревьев различных онтогенетических состояний

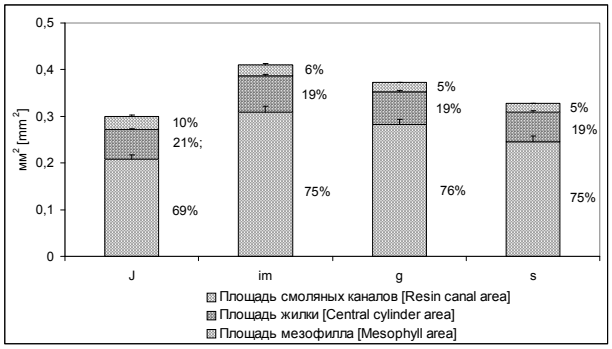


Рисунок 2 - Площади структурных элементов и их доли на поперечном срезе хвои у деревьев различных онтогенетических состояний

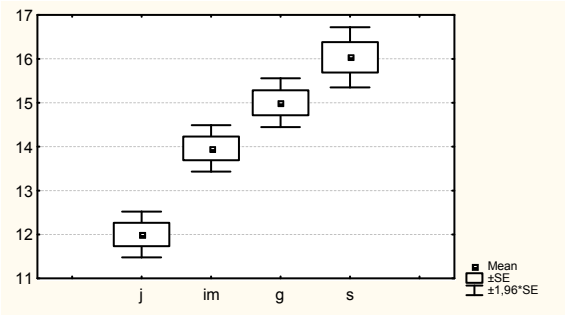


Рисунок 3 - Толщина эпидермиса у деревьев различных онтогенетических состояний

Самые длинные побеги формировались у имматурных и генеративных деревьев (таблица 1) и это зависело от числа метамеров, заложившихся в почке, и от удлинения междоузлий в период растяжения побегов.

Таблица 1 - Структура годичного побега привоев различных онтогенетических групп

Признак	Онтогенетическая группа			
	j	*im*	*g*	*s*
Длина побега, см	9,1±3,3a	11,3±2,6b	11,9±1,8b	8,4±2,1a
Сумма метамеров, шт.	44,5±11,3ab	49,6±8,0b	49,2±5,5b	40,1±7,4a
Длина междоузлий, мм	1,84±0,47a	2,13±0,36ab	2,32±0,40b	1,91±0,32a
Число брахибластов, шт.	33,9±10,7ab	39,1±7,4b	39,5±5,0b	31,4±7,2a
Число латеральных ауксибластов, шт.	3,1±0,9a	2,6±0,5ab	2,2±0,6b	1,7±0,5b
Примечание: среднее значение ± стандартное отклонение; * – буквенные индексы при средних значениях характеризуют достоверность различий, рассчитанных по методу линейных контрастов Шеффе. При отсутствии различий буквенный индекс одинаков				

Интенсивность ветвления также существенно зависела от возраста маточников, но характер зависимости был другой: число латеральных ауксибластов однонаправлено снижалось с возрастом привоев. У вегетативного потомства ювенильных и имматурных деревьев закладывалось больше почек регулярного возобновления. У сенильных привоев более половины всех почек побега составляли латентные. У 13% привоев генеративных и 22% сенильных деревьев отмечено пробуждение латентных почек на 2-3-м году их жизни и формирование мелких вторичных ветвей. В группах ювенильных и виргинильных привоев таких случаев не было вообще. У 56% ювенильных и 22% имматурных привоев почки возобновления имели признаки преждевременного позднелетнего или осеннего растяжения основания почки. У генеративных и сенильных не отмечено ни одного случая

аномального осеннего роста. Размеры ствола и кроны были статистически одинаковыми во всех вариантах, кроме сенильного, у которого они были существенно ниже (таблица 2).

Таблица 2 - Структура кроны привоев различных онтогенетических групп

Признак	Онтогенетическая группа			
	j	*im*	*g*	*s*
Высота привоя, см	46±16,6a	59±12,9b	56±9,1b	42±10,7a
Диаметр основания ствола привоя, мм	15,4±2,5a	15,1±2,6a	14,6±2,0a	12,0±1,7b
Диаметр кроны, см	44±12,7a	48±14,7a	43±12,0a	25±8,5b
Сумма боковых ветвей в кроне, шт.	21,9±9,1a	22,9±10,3a	19,7±7,8a	11,5±5,7b
Длина всех боковых ветвей, см	209±106a	198±100a	176±64a	73±44b
Апикальное доминирование (высота ствола / длина самой длинной ветви)	2,1±0,6a	2,5±0,8ab	2,9±0,7b	3,6±1,2b
Примечание: см. таблицу 1				

Молодые привои по габитусу были похожи на корнесобственные (не привитые) деревья: длинные ветви, широкая крона. У привоев сенильных деревьев кроны напоминали отдельные ветви из верхнего яруса кроны материнских деревьев, что проявлялось в слабом росте боковых ветвей по отношению к стволу. Обобщение полученных результатов показало, что в течение первых 5 лет после прививки возраст маточника определяет характер ветвления и листовую морфологию привоев. К характерным «маркерам» возрастного состояния маточника можно отнести: (1) соотношение почек регулярного возобновления и латентных почек, доля и роль которых многократно возрастает на заключительных этапах онтогенеза; (2) высокий уровень апикального доминирования у старых деревьев, который проявляется в преобладающем росте терминального побега над латеральными; (3) степень ксероморфности хвои, которая также усиливается с возрастом; (4) преждевременное (позднелетнее или осеннее) растяжение почек возобновления, характерное для молодых деревьев. Главным результатом настоящей работы является установленная закономерность: чем ближе маточник к онтогенетическому пику роста, тем интенсивней растет и интенсивней ветвится его вегетативное потомство. В случае подтверждения стабильности этого эффекта, возможна эпигенетическая селекция на основе возрастных состояний, например, существенное увеличение продуктивности и сокращение оборота рубки за счет использования вегетативного потомства деревьев, находящихся на онтогенетическом пике роста.

Работа выполнена при поддержке РНФ, грант № 18-16-00058.

Список использованных источников:

1. Day M.E., Greenwood M.S. Regulation of Ontogeny in Temperate Conifers // In Size- and Age-Related Changes in Tree Structure and Function, F.C. Meinzer, T. Dawson and B. Lachenbruch (eds.), 2011. - P. 91-232.

2. Greenwood M.S., Day M.E., Schatz J. Separating the effects of tree size and meristem maturation on shoot development of grafted scions of red spruce (*Picea rubens* Sarg.). Tree Physiol. - 2010. - Vol. 30. №4. - P. 459-468.

3. Mencuccini M., Onate M., Penuelas J., Rico L., Munne-Bosch S. No signs of meristem senescence in old Scots pine. Journal of Ecology. - 2014. - Vol. 102. №3. - P. 555-565.

4. Bond B.J., Czarnomski N.M., Cooper C., Day M.E., Greenwood M.S. Developmental decline in height growth in Douglas fir. Tree Physiol. - 2007. - №27. - P. 441-453.

ОСОБЕННОСТИ ПЛОДОНОШЕНИЯ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО ВОРОНЕЖСКОЙ НАГОРНОЙ ДУБРАВЫ

Благодарова Т.А.[1], Сиволапов А.И.[2], Сиволапов В.А.[3]
[1]Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, Россия tana-blagodarova@yandex.ru
[2]Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, Россия aleksey-sivolapov@yandex.ru
[3]ФБУ «Рослесозащита» - «ЦЗЛ Воронежской области», Россия vladimir-sivolapov@yandex.ru

Леса и лесные ресурсы Воронежской области входят в состав лесов Центрально-Черноземного района (ЦЧР) и представляют собой значительный природно-хозяйственный комплекс, играющий важную роль в воспроизводственном процессе региона с учетом экономических средообразующих и социальных функций. С точки зрения выполняемых лесом функций ЦЧР – один из уникальнейших объектов на территории России. Лесной фонд здесь разнообразен. Он занимает территорию 5-ти областей и составляет 1 217,3 тыс. га, или 0,2% от площади земель лесного фонда страны. Общий запас его составляет более 200 млн. м^3. Почти половина лесов ЦЧР составляют дубравы. Более 28% лесов представляют хвойные породы, в основном сосна. На долю мягколиственных пород (осина, ольха, береза, ясень, клен, тополь и др.) приходится почти 22%.

Воронежская нагорная дубрава считается высокопродуктивной дубравой. Селекция и семеноводство дуба черешчатого в названном регионе организованы по классической схеме, то есть преимущественно эффективно «работает» аналитическая селекция, основанная на внутривидовом, формовом разнообразии дуба и отборе лучших экотипов в испытательных культурах, отборе плюсовых насаждений и деревьев, создании лесосеменных участков и плантаций для сбора семян.

При лесокультурном производстве важно учитывать эдафическую изменчивость древесной породы и заготавливать желуди в древостоях одинаковых или очень близких эдатопов. По данным ряда авторов, отмечена меньшая сохранность и худший рост дуба в нагорных условиях (D_2) из желудей, заготовленных в пойменных дубравах. Худший рост имеют культуры дуба в нагорных условиях, созданные из желудей байрачных дубрав.

Н.П. Кобранов придавал большое значение лесотипологическому происхождению желудей в лесокультурной практике. В связи с этим создаваемые лесные культуры, должны быть в основном сходными с лесорастительными условиями древостоев, где собраны семена. В лесоводственной литературе по этому поводу имеются разноречивые мнения. Для решения такого сложного вопроса, говорил М.М. Вересин, необходимы убедительные многолетние, специальные опыты. Такие опыты, начиная с 1929 года, в Воронежской области выполнялись под руководством М.С. Львова, Е.И. Еньковой, М.М. Вересина и В.Б. Лукьянца. К сожалению, в настоящее время одни опыты не сохранились, другие оказались непригодными для изучения из-за малого количества оставшихся деревьев.

Продуктивность и устойчивость культур дуба, прежде всего, обусловлена наследственными свойствами и происхождением желудей, а также лесорастительными условиями: климатическими и эдафическими.

На участке в Воронежском заповеднике опытные культуры сохранились и находятся в хорошем состоянии. Характеристика лесокультурной площади: приводораздельная часть рек Воронеж-Усманка, рельеф ровный. Почва - темно-серая лесная супесь на суглинке. Свежая дубрава, переходящая к судубраве (D_2-C_2). Вид лесокультурной площади и тип культур: площадь из-под сельскохозяйственного пользования, зяблевая вспашка. Посев желудей в площадки 1×1 м с размещением 1,5×5,0 м. Между рядами

площадок посажены: один ряд (средний) ясеня пенсильванского и два ряда (крайние) акации желтой.

Результаты наших последних исследований показали, что к 58 годам в формировании искусственных семенных дубовых насаждений, созданных из желудей разного лесотипологического происхождения, получены следующие показатели.

Заключительный вывод состоит в том, что для создания лесных культур дуба в условиях свежей дубравы желуди желательно заготавливать в древостоях на плодородных почвах (D_2-D_0), допустимо использовать желуди из древостоев с близкими лесорастительными свойствами (C_2). Желательно чтобы дуб был позднораспускающейся разновидности. Это позволит вырастить древостои высокой продуктивности с хорошим качеством стволов деревьев.

В 2010 г. был хороший урожай желудей ранораспускающейся формы дуба черешчатого. Кафедрой лесных культур было собрано 400 кг желудей. Для легких песчано-супесчаных почв гарей и горельников сбор желудей местных экотипов проводился от семенных деревьев в сухих дубравах ранораспускающейся фенологической формы. Таковыми являлись одиночно стоящие деревья дуба примерно хорошего качества и состояния 80-летнего возраста (100 деревьев на 1 га). Урожай на этом участке составил около 1 т/га. Сеянцы, выращенные из желудей этого семенного участка на легких песчаных почвах, достигали к концу первого года стандартный размер и имели глубокую корневую систему.

В 2018 году, снова получен высокий урожай желудей, то есть высокие урожаи рано распускающейся формы дуба Воронежской нагорной дубравы повторяются, как отмечают классики отечественного лесоводства, через 8 лет. Урожай на семенном участке 80–летнего возраста составил более 1 т/га. На этом семенном участке всего три дерева дуба позднораспускающейся формы, у них повторяемость высоких урожаев семян почти 15 лет. Изучение размеров и формы семян показало среднюю изменчивость их массы (рисунок 1). Масса желудей колеблется от 3 до 7 г.

Рисунок 1 – Форма и размеры желудей на лесосеменном участке

Изучение плодоношения дуба на лесосеменных участках и лесосеменных плантациях показывает, что хорошие урожаи желудей можно получить с опушечных деревьев, то есть при создании объектов лесосеменной базы густота деревьев должна составлять 100-120 шт./га, а не 200-300 шт/га, как это рекомендовано в «Положении …, 2016», что значительно снижает урожай желудей.

В 2019 году впервые за много лет в Воронежской нагорной дубраве появилось естественное возобновление (всходы дуба черешчатого).

«ВЕДЬМИНЫ МЕТЛЫ» КАК ДОБРОКАЧЕСТВЕННЫЕ НОВООБРАЗОВАНИЯ

Бородихина Н.В., Жук Е.А., Горошкевич С.Н.
Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Россия
borodihina@mail.ru

«Ведьмины метлы» (ВМ) – это локальные системы побегов с аномально густым ветвлением и замедленным ростом, которые качественно отличаются по этим признакам от нормальной кроны (НК). Непатологические ВМ встречаются редко: 1 шт. на 5-10 тыс. деревьев. Они долговечны, жизнеспособны и фертильны. Причиной образования таких ВМ считается соматическая мутация, происходящая в апикальной меристеме побега. После опыления их семяпочек пыльцой нормальных растений в семенном потомстве происходит расщепление потомства на два дискретных класса, карликовые и нормальные растения в соотношении 1:1, что позволило рассматривать непатологические ВМ как доминантную соматическую мутацию [1-2].

Как взаимодействуют новая (ВМ) и старая (НК) подсистемы в границах одного организма? С одной стороны, само формирование новой морфоструктуры в недрах старой и дорастание до заметного размера говорит о ее достаточно высокой «конкурентоспособности». С другой стороны, мутационные ВМ широко используются как исходный материал для селекции декоративных сортов с замедленным ростом. Для разрешения этого противоречия актуальны специальные исследования.

ВМ - это редкое явление природы. Они располагаются на деревьях разного возраста, в разных частях кроны, имеют разный собственный возраст и разное жизненное состояние. К тому же в природных условиях «стартовые условия» для конкуренции ВМ с НК заведомо неравны: первая начинает свое развитие с одной единственной почки, а «противостоит» ей огромная крона взрослого дерева. Поэтому корректно изучить взаимоотношения между ВМ и НК на природных объектах весьма затруднительно.

Первый опыт сравнительного анализа роста и развития клонов ВМ и НК с одних и тех же деревьев на одинаковых подвоях проведен совсем недавно [3]. Установлено, что у вегетативного потомства ВМ длина побегов и высота привоя, а также длина хвои в среднем значительно меньше, чем у вегетативного потомства НК. Но по диаметру кроны и диаметру ствола ситуация была прямо противоположной. Это означает, что продуктивность у обеих групп клонов в 4-летнем возрасте, была примерно одинаковой. В этой же работе было показано, что по всем значимым признакам уровень межклоновой изменчивости у ВМ значительно выше, чем у НК. Главным фактором, определяющим разнообразие ВМ, была признана сила мутации. В данном опыте клоны ВМ и НК были привиты на разные подвои, поэтому он не позволил исследовать характер их взаимодействия между собой. Самым надежным способом изучить это взаимодействие является прививка клонов ВМ и НК на один подвой. Цель настоящей работы – сообщить о результатах такого опыта на примере клонов ВМ с различной силой мутации.

Работа проведена на примере кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour). Исходный растительный материал для прививок – это 5 деревьев с мутационными ВМ. Все они происходили из Нижне-Сеченовского кедровника (юго-восток Томской области). В качестве подвоя использовали саженцы кедра сибирского местного экотипа: обычные и специально сформированные 2-ствольные. Измерения были проведены осенью 2018 года, когда подвоям было 28, а привоям 20 лет. К этому времени сохранилось 122 привитых дерева, в том числе 79 1-ствольных и 43 2-ствольных. Число сохранившихся прививок каждого из 5 клонов – от 23 до 27 шт. Число прививок в каждом из 20 вариантов сравнения (10 клонов × 2 типа подвоя) – от 7 до 10 шт.

Во всех без исключения парах при прививке на разные подвои клоны НК в 2,2-3,8 раза превосходили клоны ВМ по росту в высоту. Различия по ширине кроны и диаметру ствола были заметно меньше, но также вполне значимыми. Наоборот, при прививке на один подвой так же «уверенно» лидировали клоны ВМ. Доминирование ВМ было

настолько выраженным, что привои НК сильно уклонялись от вертикали и выглядели как боковые ветви. Превосходство ВМ над НК по ширине кроны и диаметру ствола было буквально подавляющим (в 3-4 раза). Различия по длине кроны были заметно меньше, в 1,4-1,8 раза. Клоны ВМ почти одинаково росли на 1- и 2-ствольных подвоях. Наоборот, рост клонов НК на 1-ствольном подвое был многократно быстрее, чем на 2-ствольном.

Общепризнано, что ВМ – это карликовая мутация. Будучи размноженными вегетативным или семенным путем, ВМ растут многократно медленней обычных растений этого же вида. На этом свойстве ВМ основано их использование в качестве исходного материала для селекции карликовых сортов. Однако есть факты, которые не укладываются в эту концепцию. ВМ, как любая соматическая мутация, предположительно начинается с трансформации одной-единственной клетки в одной-единственной почке. Из этой одной-единственной клетки формируется новая макроструктура, размер которой, бывает, измеряется метрами. Развивается она как автономная система, не подчиняющаяся породившей ее системе (нормальной кроне) и успешно с ней конкурирующая. Очевидно, что это становится возможным благодаря тому, что клетка нового типа своей активностью принципиально отличались от обычных клеток. Чем? Может быть, у них больше собственные возможности: много почек, много хвои, интенсивный фотосинтез? Наблюдения за природными ВМ не позволяет ответить на этот вопрос потому, что сравниваемые конкурирующие объекты – огромное дерево и единственная клетка в единственной почке – находятся в совершенно разных «весовых категориях».

Опыт, описанный в настоящей статье, показывает, что собственные возможности ВМ очень ограничены. Если крона дерева представлена только ВМ, то такое дерево на порядок уступает по продуктивности дереву с НК. Если же они имеют общую, единую корневую систему то ВМ растет примерно с такой же скоростью, как на индивидуальной корневой системе, но при этом она легко «унижает» и подавляет нормальную крону. В этом случае ВМ, оставаясь карликом, замедляет рост НК на два порядка, буквально превращает последнюю в «суперкарлика», если полностью не убивает ее. Как и почему?

ВМ демонстрирует высокую конкурентоспособность лишь в том случае, когда у нее есть внешний донор ресурсов, а она выступает в качестве реципиента. Если донор изначально мощный (взрослое дерево), то ВМ «паразитирует» на нем неопределенно долго, существенно не мешая ему нормально существовать. Если же «стартовые условия» донора и реципиента одинаковые, как в нашем опыте, то ВМ демонстрирует свое абсолютное превосходство над НК и безальтернативно побеждает ее в конкуренции. Это явно происходит за счет аномально высокой аттрагирующей способности ВМ.

Прививка с НК отлично растет и вырастает большим деревом потому, что между кроной и корневой системой осуществляется эквивалентный обмен веществом и энергией: они поступательно развиваются вместе, с каждым годом увеличивая объем «товарооборота». Если в системе присутствует ВМ, она сразу же становится фактором неэквивалентного обмена между кроной и корнями: берет намного больше, чем дает. Корневая система в таких условиях не может не деградировать. При этом ВМ настолько замыкает весь обмен веществ на себя, что общее состояние системы почти не зависит от наличия в ней НК. Последняя явно имеет отрицательное «сальдо» в обмене веществом и энергией с корневой системой, поэтому с каждым годом всё больше слабеет и хиреет.

Важнейший признак ВМ – избыточное ветвление: число активных почек на единицу длины побегов или на единицу объема кроны у нее в разы больше, чем у НК. Активная почка – сильнейший аттрактор ассимилятов. Аномально большое число активных почек в системе ветвления можно рассматривать как вероятную причину высокой аттрагирующей способности ВМ. Однако у деревьев примерно с такой же частотой, как ВМ, образуются еще два типа аномальных новообразований - древесных наростов: капы и сувели [4]. В капах почки не активные (латентные), в сувелях их вообще нет. Принцип образования у них, видимо, такой же, как у ВМ. Их образование начинается с мутации (конверсии) в одной-единственной клетке [5]. Только клетка эта расположена не в апикальной, а в

латеральной меристеме – прокамбии, который впоследствии трансформируется в камбий. Сувель, вообще не имея ассимилирующей ткани, тянет «одеяло» на себя точно так же, как ВМ. Он активно растет за счет ассимилятов, образующихся совсем в других тканях.

В сувелях повышается активность латеральной меристемы (камбия) и меняется характер дифференциации формируемой ткани. В ВМ повышается активность апикальных меристем и меняется характер дифференциации формирующейся системы побегов. В капах совмещается повышение активности в латеральных и апикальных меристемах, однако, последние лишь активно ветвятся без последующего побегообразования. Суть всех трех явлений представляется принципиально похожей: в теле растения образуются сначала клетка, затем ткань, затем орган, затем система органов, которые принципиально отличаются от породившей их нормальной системы, выходят из под контроля последней и активно растут за счет нее. Их принципиальное отличие от нормальных клеток, тканей и органов – в особом гормональном статусе, который как раз и вызывает аномально высокую митотическую активность. На примере сувелей и капов этот механизм, в общих чертах установлен и доказан [6]. Особый гормональный статус клеток, из которых состоит опухоль, индуцируется у них агробактериями, которые встраивают в ДНК растительных клеток фрагменты некоторых своих плазмид. Эти фрагменты резко повышают в генетически трансформированных меристематических клетках растения либо синтез фитогормонов, либо чувствительность к ним. Так формируется локальная область повышенной митотической активности, из которой образуется сувель или кап.

Сувели и капы внешне выглядят как опухоли. Исследователи легче ассоциировали их с опухолями животных и человека. ВМ внешне на опухоль не похожа. Поэтому она не анализировалась в рамках этой парадигмы и вообще оказалась очень слабо изученной. Маленькая ВМ на большом взрослом дереве выглядит достаточно безобидной. Она не образует метастазов, локализована на одной из ветвей, а ее повышенная аттрагирующая способность мало влияет на общее состояние большого дерева. Поэтому ее можно рассматривать как доброкачественное новообразование. Опыт, описанный в настоящей работе, показал, что в тех случаях, когда размер нормальной (НК) и трансформированной (ВМ) частей единого организма оказывается сопоставимым, ВМ демонстрирует высокую агрессивность. Она резко (в разы или даже на 1-2 порядка) снижает ростовой потенциал единого с НК организма и тем самым может погубить его, например, в условиях конкуренции за свет с нормальными тканями и органами.

Новые данные и новые идеи относительно природы ВМ вряд ли могут помешать их эффективному использованию в селекционной работе. А могут и способствовать, особенно если мы изучим генетический механизм данного явления. Эти исследования уже проводятся, но говорить об их результатах пока рано.

Работа выполнена при поддержке РНФ (грант №18-16-00058).

Список использованных источников:

1. Fordham A.J. Dwarf conifers from witches'-brooms. Arnoldia. - 1967. - Vol. 24. - P. 29-50.

2. Waxman S. Dwarf conifers from witches’ brooms. Combined Proceedings of the International Plant Propagators' Society. - 1987. - Vol. 36. - P. 131-136.

3. Zhuk E.A., Vasilyeva G.V., Goroshkevich S.N. Witches’ broom and normal crown clones from the same trees of *Pinus sibirica*. Trees Structure and Function. - 2015. – Vol. 29 (4). – P. 1079-1090.

4. James S. Lignotubers and burls: their structure, function and ecological significance in Mediterranean ecosystems. Botanical Review. - 1984. - Vol. 50. - P. 225-266.

5. White P.R., Millington W.F. The structure and development of a woody tumor affecting *Picea glauca*. American Journal of Botany. - 1954. - Vol. 41. - P. 353-361.

6. Kado C.I. Historical account on gaining insights on the mechanism of crown gall tumorigenesis induced by *Agrobacterium tumefaciens*. Frontiers in Microbiology. - 2014. - Vol. 5. - P. 1-15.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОПУЛЯЦИЙ ДВУХ ВИДОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА УРАЛЕ И ВОСТОКЕ РУССКОЙ РАВНИНЫ

Боронникова С.В., Васильева Ю.С., Пришнивская Я.В., Чертов Н.В., Нассонова Е.С.
Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия
SVBoronnikova@yandex.ru

Сохранение генетических ресурсов ценных видов древесных растений предполагает исследование сложившейся популяционной структуры, то есть характерного для вида внутрипопуляционного генного разнообразия и генетической изменчивости. При расследовании преступлений, связанных с незаконной рубкой леса, основной проблемой является создание экспертной доказательной базы. Система учета оборота древесины предусматривает контроль легальности ее заготовки. Следовательно, необходимо проведение идентификации популяций древесных видов растений для определения географического происхождения заготовленной древесины с целью определения легальности ее заготовки.

Молекулярно-генетическая идентификация проведена у девяти популяций *Pinus sylvestris* L. (Pinaceae), которые расположены на востоке Русской равнины*: Ps1* – около п. Мордино Республики Коми, *Ps2* – около п. Визинга Республики Коми, *Ps3* – из Шабалинского лесничества Кировской области, *Ps4* - из Ежихинского лесничества Кировской области, *Ps5* - из Даровского лесничества, Кировской области; *Ps6* - из Юрьянского лесничества Кировской области, а также в Пермском крае, а именно: *Ps7* – из Березниковского лесничества, *Ps8* – из Закамского лесничества и *Ps9* – из Кишертского лесничества**.** Девять популяций западной расы лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb., Pinaceae*,* далее *L. sibirica*) располагаются на Среднем и Северном Урале, восемь из них в Пермском крае: в муниципальном государственном заповеднике «Вишерский» (*Lsb1, Lsb2*), а еще в лесничествах: Красновишерском (*Lsb3*); Чердынском (*Lsb4*), в Гайнском (*Lsb5*), Полазненском (*Lsb7*), Осинском (*Lsb8*), Кишертском (*Lsb9*). Одна популяция *L. sibirica* располагается в Свердловской области в Качканарском участковом лесничестве (*Lsb6*).

Для проведения исследований собраны свежие вегетативные почки латеральных побегов индивидуально с 46 деревьев у *P. sylvestris* и не менее чем с 30 деревьев *L. sibirica* в каждой популяции, расположенных на расстоянии не менее 100 м. друг от друга, а также в некоторых из них собраны пробы древесины. Тотальная ДНК выделена из 366 деревьев *P. sylvestris* и из 298 деревьев *L. sibirica* с использованием модифицированной авторами методики выделения ДНК С.О. Роджерса и Э.Дж. Бендича, в котором в качестве сорбента использовался PVPP, то есть поливинилполипирролидон. Качество и характеристики ДНК определяли на приборе SpectrofotometrTM NanoDrop 2000 («Thermo scientific», USA). Молекулярно-генетический анализ был проведен у двух изучаемых видов с применением ISSR (Inter Simple Sequence Repeats)-метода, а также у *L. sibirica* – и SSR (Simple Sequence Repeats)-метода выявления полиморфизма ДНК. Смесь для ПЦР объемом 25 мкл содержала при ISSR-методе: 2 единицы *Taq*-полимеразы; 2,5 мкл 10х буфера + $MgCl_2$ («Силекс М», Россия); 25 пМ праймера («Синтол», Россия); 0,25 мМ dNTP («Fermentas», Литва); 5 мкл ДНК. Амплификацию ДНК проводили в термоциклере GeneAmp PCR System 9700 («Applied Biosystems», USA) с пятью ISSR-праймерами, эффективными для *P. sylvestris*: ISSR-1 $((AC)_8T)$, CR-212 $((CT)_8TG)$, CR-215 $((CA)_6GT)$, M27 $((GA)_8C)$, X10 $((AGC)_6C)$; а также с 5 ISSR-праймерами, эффективными для *L. sibirica*: M3 $(AC)_8CT$, X10 $(AGC)_6C$, X11 $(AGC)_6G$, ISSR-8 $(GAG)_6C$, CR-215 $(CA)_6GT$.

При ISSR-методе выявления полиморфизма ДНК в процессе ПЦР пробы ДНК амплифицировались по общепринятой программе: начальная денатурация 94°С, 2 мин.; первые 5 циклов 94°С, 20 сек.; t° отжига, 10 сек.; 72°С, 10 сек.; в дальнейших 35 циклах 94°С, 5 сек.; t° отжига, 5 сек.; 72°С, 5 сек. Температура отжига в зависимости от G/C

состава праймеров изменялась от 54°С до 64°С. Для определения чистоты реактивов в качестве К- в реакционную смесь добавляли взамен ДНК 5 мкл деионизированной воды. Ампликоны разъединяли электрофорезом в 1,7-2% агарозном геле в 1х ТВЕ буфере, окрашивали бромистым этидием. Для определения длин амликонов выбрали маркер молекулярной массы (100 bp + 1,5 + 3 Kb DNA Ladder, (ООО «СибЭнзим-М», Москва). Фотографирование и подсчет длин ампликонов проводили с помощью системы гель-документации GelDoc, а также программы Quantity One («Bio-Rad», USA).

Проведена мультиплекс-ПЦР 10 микросателлитных (SSR)-локусов *L. sibirica* с использованием флуоресцентного зонда M13 и проведения капиллярного электрофореза на секвенаторе Genetic Analyzer 3500xL («Applied Biosystems», США) в ПГНИУ. В результате были подобраны оптимальные условия для мультиплекс-амплификации с зондом M13(-21) 8 из исследованных микросателлитных локусов, показавших успешную амплификацию с ДНК *L. sibirica* и попарно отличающихся длиной амплифицированных фрагментов, что может позволить одновременно анализировать продукты амплификации четырех праймеров с использованием всего двух флуоресцентных красителей.

Проведено молекулярно-генетическое тестирование 135 ISSR-PCR маркеров *P. sylvestris*, а также 121 ISSR-PCR маркер *L. sibirica*. Генетическая идентификация была проведена по методике, предложенной С.В. Боронниковой. Для выявления «родовых» маркеров были использованы данные молекулярно-генетического анализа сосны сибирской (*P. sibirica*) и лиственницы европейской (*L. decidua*).

При молекулярно-генетическом анализе 9 популяций *P. sylvestris* выявлено 135 ISSR-PCR маркеров, из которых 128 были полиморфными (P_{95}=0,948). Число ISSR-PCR маркеров *P. sylvestris* варьировало в зависимости от праймера от 13 (праймер M27) до 31 (праймер X10), а их размеры – от 150 до 1650 п.н. В среднем один ISSR-праймер инициировал у *P. sylvestris* синтез 16,7 ISSR-PCR маркеров. Число полиморфных маркеров в общей выборке *P. sylvestris* варьировало от 23 до 28, а доля полиморфных локусов в зависимости от ISSR-праймера колебалась от 0,903 до 1,000. Для характеристики генетической структуры популяций важны редкие, то есть встречающиеся с частотой менее 5%, маркеры. В изученных популяциях *P. sylvestris* выявлено 9 редких ISSR-PCR маркеров, из которых в популяциях *Ps1*, *Ps2* и *Ps6* по одному ISSR-PCR маркеру, в популяциях *Ps3* и *Ps4* – по 3 уникальных ISSR-PCR маркера, а в популяции *Ps5* уникальных ISSR-PCR маркеров не обнаружено.

При изучении 9 популяций *L. sibirica*, а именно ее западной расы, амплифицировано 121 ISSR-PCR маркера. Как полиморфные указаны 117 аллелей (P_{95}=0,951). На объединенную выборку из 9 популяций ожидаемая гетерозиготность лиственницы сибирской подсчитана как 0,202. Наибольшие показатели генетического разнообразия отмечены в популяция *Lsb5* (P_{95}=0,868; H_E=0,225), а наименьшие – в *Lsb7* (P_{95}=0,741; H_E=0,171). В популяциях *Lsb3, Lsb5* амплифицировано по 1 уникальному, а в популяции *Lsb6* – 2 уникальных маркера. К примеру, в популяции *Lsb3* детектирован полиморфный оригинальный маркер $Lsb3_p480_{IS8}$, который присутствует в популяции с частотой 0,467. При анализе полиморфизма SSR-маркеров у *L. sibirica* установлено, что общее число аллелей на локус варьировало от 4 (bcLK253) до 37 (bcLK263). Наибольший вклад в дифференциацию изученных популяций внес локус Ld56.

Для молекулярно-генетической идентификации отобраны наиболее информативные ISSR-праймеры, с помощью которых выявлены видовые и полиморфные ISSR-маркеры и проведен отбор идентификационных молекулярных маркеров, а также определены их сочетания для идентификации популяций. Молекулярные маркеры, избранные для идентификации, представлены в виде молекулярно-генетической формулы, при составлении которой использовались так называемые «видовые» и «полиморфные» ISSR-PCR маркеры. Мономорфные ISSR-PCR маркеры, характерные для вида, обозначены как PSv и LS, а полиморфные как: Ps1p – для популяции *Ps1*, Ps2p – для популяции *Ps2*, Ps3p – для популяции *Ps3*, Ps4p – для популяции *Ps4*. Для популяций *L. sibirica* аналогично,

например *Ls1*. Основная характеристика молекулярного маркера (его длина) указана большими буквами после указания типа маркера, например $Ps1p260_{CR212}$. В молекулярно-генетической формуле приведены тип и номер праймера нижним индексом. Так, молекулярный маркер $Ps3p1200_{CR215}$ выявлен ISSR-методом с использованием праймера CR-215. В случае, когда праймер возможно записать в виде короткой формулы как при ISSR-анализе, запись молекулярного маркера можно представить в следующем виде $Ps3p1200_{(CA)6GT}$. Данная форма записи молекулярного маркера является самой информативной. Итак, в предлагаемой записи молекулярно-генетической формулы указан вид растения, тип амплифицированного ISSR-PCR маркера, его размер и дана характеристика исследуемой части генома посредством указания метода анализа полиморфизма ДНК и номера или последовательности праймера.

Для изученных 9 популяций *P. sylvestris* установлены шесть видовых ISSR-PCR маркеров, выявленные у всех изученных популяций: $PSv670_{CR212}$, $PSv500_{M2}$, $PSv460_{M27}$, $PSv450_{CR212}$, $PSv440_{X10}$, $PSv390_{CR212}$. На основе ISSR-спектров удалось установить идентификационные ISSR-PCR маркеры или их сочетания для популяций, с достаточно высокой частотой встречаемости в популяции. Для популяции *Ps1* идентификационными маркерами являются $Ps1p930_{IS1}$, $Ps1p260_{CR212}$, $Ps1p210_{M27}$, $Ps1p180_{M27}$, $Ps1p170_{M27}$; для популяции *Ps2* – $Ps2p350_{M27}$ $Ps2p250_{X10}$ $Ps2p200_{X10}$; для *Ps3* – $Ps3p1400_{CR215}$ $Ps3p1200_{CR215}$ $Ps3p410_{X10}$; для *Ps4* – $Ps4p1650_{X10}$ $Ps4p900X_{10}$ $Ps4p290_{CR212}$ $Ps4p250_{CR212}$; для популяции *Ps5* – $Ps5p1250_{CR215}$; $Ps5p800_{IS}1$; $Ps5p300_{X10}$; $Ps5p230_{X10}$; для популяции *Ps5* – $Ps6p1115_{IS1}$; $Ps6p880_{CR212}$; $Ps6p770_{X10}$; $Ps6p720_{X10}$; $Ps6p420_{CR212}$.

Для изученных популяций двух древесных видов растений были составлены молекулярно-генетические формулы и штрих коды, которые позволяют идентифицировать принадлежность особей не только к роду и виду, но и к определенной популяции. «Родовые» маркеры предложено обозначить толстой линией, «видовые» – линией средней толщины, а «полиморфные» маркеры – тонкой линией. Для штрихкода предлагается использовать от 9 до 12 штрихов. Маркеры в штрихкоде располагаются в зависимости от их длины от большего к меньшему. В случае генетической гомогенности популяций, что часто отмечается у хвойных видов растений с большим ареалом распространения, дополнительно можно привлекать SNP (Single Nucleotide Polymorphisms)-маркеры, которые обозначаются пунктирной линией, как предусмотрено в Патенте на изобретение РФ №2012119341 от 11.05.2012 «Способ молекулярно-генетической идентификации популяций древесных видов растений» (авторы Боронникова С.В., Бобошина И.В.).

Таким образом, в основу методики молекулярно-генетической идентификации популяций заложен молекулярный анализ высоко полиморфных регионов геномов изучаемых видов. Молекулярно-генетическая идентификация популяций включает в себя молекулярно-генетический анализ на основании полиморфизма ISSR-PCR и SSR-маркеров, выявление идентификационных маркеров, редких и уникальных аллелей, составление для каждой популяции молекулярно-генетической формулы и штрих кода. Молекулярно-генетическая идентификация древесных видов растений на популяционном уровне необходима для определения происхождения древесины с целью предотвращения незаконных вырубок.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Правительства Пермского края в рамках научного проекта №С-26/174.3 от 31.01.2019.

АНАЛИЗ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Буц Ю.В.[1], Крайнюк Е.В.[2]
[1]Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеця, Украина
[2]Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина
alenauvarova@ukr.net

На данный момент работ, посвященных анализу влияния антропогенных факторов на возникновение природных пожаров, очень мало. Одна из них - работа Ю.А. Андреева [1], в которой содержатся результаты изучения закономерностей возникновения техногенных и природных пожаров.

Среди антропогенных факторов возникновения природных пожаров выделим техногенные и социальные (рисунок 1).

Рисунок 1 – Факторы возникновения природных пожаров

В работе [1] автор связывает количество возникших пожаров с погодными условиями, численностью населения и количеством населенных пунктов на единицу площади. Нам кажется, что такой подход заслуживает внимания, но более эффективным станет изучение количества пожаров в природных экосистемах не от абсолютного количества жителей, а от плотности населения. Кроме того, значение и функции населенных пунктов могут существенно отличаться. Наиболее вероятным является возникновение пожаров вблизи объектов повышенной опасности или потенциально опасных объектов. Именно их количество следует учитывать для оценки риска возникновения чрезвычайной ситуации, в том числе пирогенного характера.

Выполнен анализ влияния антропогенных факторов на возникновение природных пожаров на примере Харьковского региона. Распределение потенциального риска и плотности населения в исследуемом районе позволяет получить количественную оценку социального риска для населения. Чрезмерная плотность населения в отдельных районах области является одним из факторов, повышающих риск возникновения на территории чрезвычайных ситуаций, в том числе пирогенного характера. Создание картосхемы районирования районов региона по риску чрезвычайных ситуаций (ЧС) отражает закономерности пространственной структуры потенциальных источников ЧС и позволяет повысить готовность исполнительной власти и уполномоченных служб к действиям при внезапном возникновении лесных пожаров и к их предупреждению.

Поскольку возникновение пожаров является лидером среди всех чрезвычайных ситуаций, проведем анализ риска возникновения чрезвычайной ситуации экологического характера на основе размещения объектов повышенной опасности на территории Харьковской области и сопоставим полученные результаты с возможными опасными событиями пирогенного характера. Всего согласно государственному реестру объектов повышенной опасности (ОПО) на территории региона насчитывается 381, на территории Украины – 9 382 ОПО.

Риск возникновения экологически опасного события зависит от плотности размещения ОПО в регионе. Для всех районов области рассчитан коэффициент *f* (мера насыщенности территории опасными объектами), указывающий на площадь, приходящуюся на каждый ОПО. По мере насыщенности территории опасными производственными объектами с определенной долей приближенности можно судить и о вероятности возникновения ЧС техногенного характера. Чем больше насыщенность, тем больше вероятность возникновения ЧС. Аналогичный вывод можно сделать относительно социального фактора – большая плотность населения вызывает повышенный риск возникновения лесных пожаров.

Конечно, учет антропогенного фактора при возникновении лесных пожаров нам представляется обязательным. По данным Никищенко Н.Г. [2], причиной 96,9% лесных пожаров является антропогенный (имеется в виду социальный) фактор, 2,1% - техногенный, и всего 0,8% - природный.

Для одновременной оценки и природных, и антропогенных условий возникновения лесных пожаров в регионе нами использована методика интегральной балльной оценки, в которой оценивание осуществлялось по четырехбалльной системе с учетом пяти основных показателей, характеризующих:

- плотность населения;
- лесистость территории;
- плотность размещения ОПО;
- климатические и погодные условия;
- долю ОПО.

В результате изучения условий возникновения лесных пожаров в Харьковской области нами было установлено, что наибольшее значение имеют лесистость территории (λ=0,3) и плотность населения (λ=0,3). В наименьшей степени интенсивность пожаров зависит от доли ОПО (λ=0,15), площади, приходящейся на один ОПО (λ=0,15), а также от климатических факторов (λ=0,10). Для каждого фактора нами была разработана оценочная шкала (таблица 1).

Таблица 1 - Оценка степени опасности возникновения лесных пожаров

Степень опасности	Баллы	Основные факторы				
		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
Чрезвычайно высока	4	>41	>15	<10	< 100	< 2,5
Высокая	3	26–40	11–15	8–9	100–150	2,5–2,7
Умеренная	2	11–25	5–10	4–7	150–200	2,6–3,0
Незначительная	1	< 10	<5	> 4	>200	>3
Примечание: X_1 - плотность населения, чел/км^2; X_2– лесистость территории, %; X_3– доля ОПО, %; X_4 - площадь, приходящаяся на каждый ОПО, км^2; X_5 - отношение количества осадков к средней температуры воздуха в июне-августе месяцах.						

В результате суммирования баллов по основным факторам, с учетом коэффициентов их значимости, для каждого административного района определялся средний балл, который является интегральным показателем природно-антропогенных условий возникновения пожаров.

Эти показатели позволили провести типизацию административных районов Харьковской области с выделением площадей: с чрезвычайно высокой, высокой, умеренной и малой опасностью возникновения лесных пожаров на землях лесного фонда. Как установлено, самая высокая опасность существует в центральной части области – в Октябрьском и Чугуево-Бабчанском лесных хозяйствах, поскольку они расположены в административных районах региона с наибольшей плотностью населения и большим количеством ОПО. Эти территории находятся вблизи центра региона г. Харькова и характеризуются наличием хвойных лесов, являющихся наиболее пожароопасными. Также высокая опасность установлена в Купянском и Красноградском районах, в которых за последние 10 лет пострадала наибольшая доля территории от пожара (более 10% территории лесов). Высокая опасность возникновения лесных пожаров обнаружена также в Балаклейском, Изюмском лесхозах. Здесь также существует большая плотность населения, использующего лес в рекреационных целях. На остальной территории области опасность лесных пожаров значительно ниже.

Сопоставление информации о среднем количестве пожаров на землях лесного фонда Харьковской области за последние десять лет по результатам проведенной нами типизации районов показывает определенную их корреляцию. Так для районов с достаточно высокой опасностью возникновения пожаров интегральный показатель более 3, средняя площадь лесов пострадавших от пожара за последние 10 лет более 7%; для районов с высокой опасностью (2,6-3,0 балла) площадь поврежденных пожарами территорий 2,1%; с умеренной опасностью (2,0-2,5 балла) – 1% пострадавшей территории лесхоза, малой (менее 2 баллов) – 0,6% (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты типизации земель по условиям возникновения лесных пожаров и их фактическое количество в Харьковской области (2008-2017 гг.)

Типы административных районов по опасности возникновения лесных пожаров	Интегральный показатель	Площадь, %	Средний балл интегрального показателя опасности	Площадь лесов, пострадавшая от пожаров за последние 10 лет, %
1. Чрезвычайно высокая опасность	>3	58,37	3,3	7,7
2. Высокая опасность	2,6–3,0	19,70	2,9	2,1
3. Умеренная опасность	2,0–2,5	14,32	2,5	1,0
4. Относительно не высокая опасность	<2	7,58	1,8	0,6

Результаты исследований по оценке рисков возникновения пожаров в зависимости от природных и антропогенных факторов могут быть использованы при зонировании аналогичных территорий и прогнозирования пожарной обстановки.

Список использованных источников:

1. Андреев Ю.А. Влияние антропогенных и природных факторов на возникновение пожаров в лесах и населенных пунктах : Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. ФГУВНИИПО МЧС России. Москва, 2003. - 45 с.

2. Никищенко Н.Г. Комплексная оценка природных и антропогенных факторов возникновения пожаров на землях лесного фонда Воронежской области: Автореф. дис. ... канд геогр. наук по спец. 25.00.26 – землеустройство, кадастр и мониторинг земель. Воронеж, 2007. - 23 с.

АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХВОИ У ГИБРИДОВ КЕДРА СИБИРСКОГО И КЕДРОВОГО СТЛАНИКА

Васильева Г.В.
Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Россия
galina_biology@mail.ru

Естественная гибридизация широко распространена среди хвойных, в том числе среди сосен. В исследованиях гибридизации растений первоочередной задачей является надежная идентификация гибридов. Гибриды кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) и кедрового стланика (*P. pumila* (Pall.) Regel) достаточно просто определить, используя признаки габитуса и женских шишек [1]. Однако это касается плодоносящих гибридов, имеющих сформированную крону и относящихся к первому поколению. Во всех остальных случаях необходимо использовать дополнительные признаки, дифференцирующие виды.

Морфолого-анатомические показатели листа являются специфичными и поэтому считаются надежными признаками для классификации видов [2]. Следовательно, они могут оказаться полезными для определения молодых и неплодоносящих гибридов, а также бэккроссов. У пятихвойных сосен взрослая хвоя трехгранная и сверху покрыта однослойным эпидермисом. Гиподерма преимущественно сплошная однорядная. Инфрадермальная склеренхима отсутствует. Хлорофиллоносная паренхима (мезофилл) состоит из клеток со слабо складчатыми стенками, лишь у отдельных видов складчатость выражена сильнее. Смоляных каналов от 1 до 3, они могут быть периферическими и паренхиматическими. Эндодерма округлой формы, проводящий пучок один. Околопучковой склеренхимы, как правило, нет. Кедр сибирский характеризуется слегка волнистыми клеточными оболочками ассимилирующей паренхимы, в которой обычно расположены три смоляных канала, не контактирующих с покровными тканями [3]. Кедровый стланик характеризуется сильно складчатыми клетками паренхимы и двумя смоляными каналами, контактирующими с покровными тканями [4]. Таким образом, в строении взрослой хвои можно выделить три качественных признака, разделяющих кедр сибирский и кедровый стланик: (1) число смоляных каналов, (2) их расположение (паренхиматические и периферические), (3) складчатость клеток мезофилла. Цель работы – выявить структурные особенности хвои естественных гибридов кедра сибирского и кедрового стланика и на их основе определить наличие бэккроссов в исследуемой популяции.

Растительный материал был собран в смешанной популяции кедра сибирского, кедрового стланика и их гибридов, расположенной на северном макросклоне Хамар-Дабана (южное Прибайкалье). Географические координаты: 51°30′ с.ш., 103°36′ в.д.; высота: 1675-1900 м над ур. м. Было исследовано 23 дерева кедра сибирского, 36 гибридов и 20 стлаников. Гибриды в полевых условиях определяли в основном по габитусу и по морфологии зрелых шишек. Для каждого дерева анализировали 10 срезов из средней части хвоинки с 10 разных брахибластов побега текущего года. Срезы делали на замораживающем микротоме МЗ-2 (Россия). Измерения проводили с помощью светового микроскопа Axiostar plus (Karl Zeiss, Германия), оснащенного видеокамерой Watec LCL 217 HS (Watec AC, США). Для измерения использовали программное обеспечение SIAMS^{TM} MesoPlant (SIAMS, Россия).

Сравнительный анализ видов и гибридов проводили по качественным признакам, степень складчатости оценивали визуально, присваивая 0 баллов срезам с округлыми клетками мезофилла, что характерно для кедра сибирского, и 4 балла – срезам с глубокими складками, которые обычно образует булавовидные окончания, что характерно для кедрового стланика. Кроме этого, анализировали следующие количественные признаки:

– длина хвои, мм (Дл);

– ширина хвои, мкм (Шир);
– толщина хвои, мкм (Толщ);
– площадь поперечного сечения хвои, мкм^2 (Sпс);
– площадь центрального цилиндра, мкм^2 (Sцц);
– суммарная площадь смоляных каналов, мкм^2 (Sск);
– площадь мезофилла, мкм^2 (Sмез=Sпс-Sцц-Sск);
– площадь поверхности хвои, мм^2 (Sпов=Р×Дл, Р – периметр поперечного среза);
– отношение площади центрального цилиндра к площади поперечного сечения (Sцц/Sпс);
– отношение площади смоляных каналов к площади поперечного сечения (Sск/Sпс);
– отношение площади мезофилла к площади поперечного сечения (Sмез/Sпс);
– расстояние между абаксиальными смоляными каналами (Lск-ск);
– отношение расстояния между смоляными каналами к ширине хвои (Lск-ск/Шир);
– число дополнительных клеток гиподермы (Чкл).

Полученные данные обрабатывали с помощью однофакторного дисперсионного анализа, критерий Ньюмана-Кейлса, отличия считали значимыми при $p<0,01$. Для анализа разнообразия гибридов использовали метод гибридных индексов.

Проведенный анализ показал, что виды очень хорошо дифференцированы, как по качественным, так и по количественным анатомическим признакам. Кедр сибирский характеризовался округлыми клетками мезофилла и тремя смоляными каналами, расположенными в толще мезофилла. Кедровый стланик имел два смоляных канала, контактирующих с гиподермой и сильно складчатыми клетками мезофилла. Гибриды имели 2-3 смоляных канала, расположение которых варьировало, чаще всего один дорзальный канал контактировал с гиподермой, а другой – нет. Складчатость клеток мезофилла у гибридов была выражена в разной степени, в основном от 1 до 4. Хвоя кедрового стланика примерно на 25% меньше, чем у кедра сибирского (таблица 1). В среднем, по анатомическим признакам хвои гибриды занимали промежуточное положение относительно родительских видов. Единственный признак, по которому гибриды превосходили оба родительских вида – площадь смоляных каналов.

Таблица 1 – Сравнение видов и гибридов по анатомическим признакам хвои

Признак	*P. sibirica*	Гибриды	*P. pumila*
Дл	76±8 a*	63±8 b	49±7 c
Шир	1173±99 a	1074±75 b	859±54 c
Толщ	985±94 a	899±63 b	736±57 c
Sпс, $\times10^3$	726,5±122,4 a	611,2±87,5 b	409,0±57,1 c
Sцц, $\times10^3$	132,8±25,3 a	108,7±15,5 b	65,8±12,0 c
Sск, $\times10^3$	35,9±8,8 a	45,8±13,7 b	32,7±9,9 a
Sмез, $\times10^3$	557,8±94,8 a	456,6±65,7 b	310,4±39,6 c
Sпов	277±49 a	213±41 b	134±29 c
Sцц/Sпс	0,183±0,013 a	0,175±0,010 a	0,161±0,016 b
Sск/Sпс	0,050±0,010 a	0,075±0,018 b	0,079±0,015 b
Sмез/Sпс	0,768±0,016 a	0,747±0,019 b	0,760±0,022 ab
Lск-ск	472±50 a	357±34 b	223±30 c
Lск-ск/Шир	0,40±0,02 a	0,30±0,02 b	0,26±0,03 c
Чкл	2,5±2,0 a	9,4±5,8 b	19,6±7,1 c
* – в таблице приведены средние значения ± стандартное отклонение. Разные буквы указывают на наличие значимых различий. Обозначение признаков см. в тексте.			

Для вычисления гибридных индексов использовали все качественные признаки (складчатость клеток мезофилла, число и расположение смоляных каналов),

дифференцирующие виды, а также признаки, характеризующие размеры хвои (длина, ширина, толщина). Кроме того, были добавлены еще два признака, хорошо отличающие виды друг от друга и не связанные с длиной хвои, а именно сближенность смоляных каналов (Lск-ск/Шир) и число дополнительных клеток гиподермы. Для оценки гибридного индекса использовали оценочные показатели в шкале от 0 до 10, при этом минимальные значения характеризовали кедр сибирский, а максимальные – кедровый стланик. Всего было использовано 8 признаков, поэтому гибридный индекс варьировал от 0 до 80. Гибридный индекс кедра сибирского изменялся в пределах 5-20,5, у кедрового стланика: 63,5-77,5 (рисунок 1). Гибриды характеризовались более широким диапазоном значений, 23,5-67,5. Следовательно, большинство гибридов представляют собой первое поколение. Только две гибридные особи, гибридные индексы которых перекрываются с диапазоном гибридных индексов кедрового стланика, являются, скорее всего, бэккроссами на этот вид. Возможно, что гибрид с гибридным индексом 23,5 является бэккроссом на кедр сибирский.

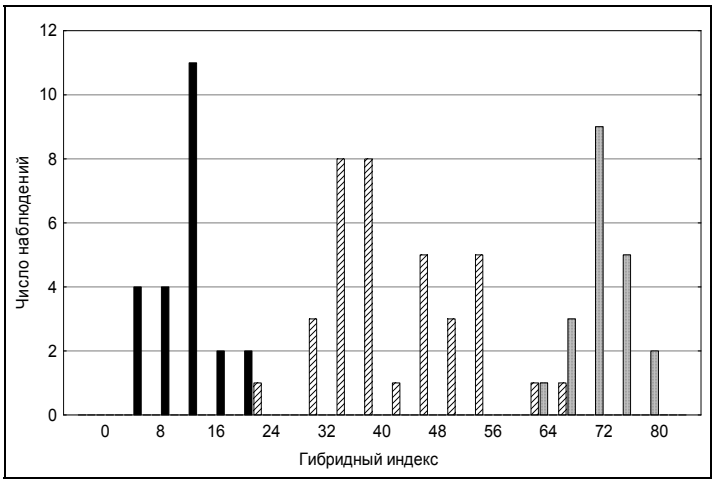


Рисунок 1 - Распределение деревьев кедра сибирского (черные столбики), гибридов (заштрихованные столбики) и кедрового стланика (серые столбики) по гибридным индексам

Таким образом, исследование структуры хвои гибридов кедра сибирского и кедрового стланика позволили выявить как минимум два бэккросса, что однозначно свидетельствует о трансформации гибридизации в интрогрессию.

Работа выполнена при поддержке РФФИ грант № 18-04-00833.

Список использованных источников:

1. Горошкевич С.Н. О возможности естественной гибридизации *Pinus sibirica* и *Pinus pumila* (Pinaceae) в Прибайкалье. Ботанический журнал – 1999. – Т. 84, № 9. – С. 48-57.

2. Малышев Л.И. Применение анатомического метода для целей определения сосен и выявления их филогении. Труды Восточно-Сибирского филиала: Серия биологическая. - Вып. 7. Ботаника. – 1958. – С. 107-127.

3. Нестерович Н.Д., Дерюгина Т.Ф., Лучков А.И. Структурные особенности листьев хвойных. – Минск: Наука и техника, 1986 – 95 с.

4. Imazu M. The variations of needle structure of *Pinus pumila* in Mt. Hakusan Range. Report of Botanic Garden, Faculty of Science, Kanazawa University. Kanazawa. – 1993. – Vol. 16. – P. 13-17.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ ПОПУЛЯЦИЙ ЗАПАДНОЙ РАСЫ *LARIX SIBIRICA* LEDEB. НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

Васильева Ю.С., Чертов Н.В., Пришнивская Я.В.
Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия
yulianechaeva@mail.ru

Для обоснования долгосрочных программ рационального использования лесных ресурсов и для научного воспроизводства их генофондов при выполнении селекционных и лесовосстановительных мероприятий, необходимо иметь представление о внутривидовом генетическом разнообразии и популяционной структуре основных лесообразующих видов, к которым относятся и виды рода *Larix*. Целью работы являлся анализ генетического полиморфизма и структуры пяти популяций западной расы *Larix sibirica* (далее *L. sibirica*) Южного Урала на основании полиморфизма межмикросателлитных маркеров.

Объектами исследований являлись пять популяций *L. sibirica*, произрастающие на Южном Урале в Челябинской области, такие как *Kar* – г. Карабаш, *Ir* – гора Иремель, *VS* – с. Верхняя Санарка; а также в Республике Башкортостан: *Kul* – д. Кулукасово, Zil – с. Зилаир. Наиболее удаленными друг от друга являются популяции *Kar* и *Zil* (418 км), а на наименьшем географическом расстоянии находятся популяции *Ir* и *VS* (104 км).

В изученных пяти популяциях *L. sibirica* выявлено 124 ISSR-маркера, из которых 120 были полиморфными (P_{95}=0,968). Число амплифицировнных ISSR-маркеров варьировало в зависимости от праймера от 17 (праймер $(CA)_6GT$) до 34 (праймер $(AGC)_6G$), а их размеры – от 170 до 1 680 п.н. В среднем один праймер инициировал синтез 24 ISSR-маркеров. Доля полиморфных локусов (P_{95}) в выборке в зависимости от ISSR-праймера колебалась от 0,727 до 1,000. Этот показатель наибольший с использованием в ПЦР двух праймеров: $(AGC)_6C$ и $(AC)_8CT$. Доля полиморфных локусов выше в популяции *Zil* (P_{95}=0,942), этот показатель наименьший – в *Kar* (P_{95}=0,855). Ожидаемая гетерозиготность (H_E) по локусам в общей выборке составила 0,215(таблица 1).

Таблица 1 - Генетическое разнообразие пяти популяций *L. sibirica*

Популяции/ показатели	*Kar*	*Ir*	*VS*	*Kul*	*Zil*	На общую популяцию
H_E	0,181 (0,017)	0,232 (0,018)	0,232 (0,016)	0,207 (0,017)	0,222 (0,016)	0,215 (0,007)
P_{95}	0,855	0,896	0,922	0,888	0,942	0,968
n_a	1,347 (0,079)	1,468 (0,075)	1,597 (0,069)	1,476 (0,074)	1,621 (0,067)	1,502 (0,033)
n_e	1,296 (0,030)	1,395 (0,033)	1,382 (0,031)	1,339 (0,031)	1,355 (0,029)	1,353 (0,014)
R	1	0	1	3	3	8

Примечание: H_E – ожидаемая гетерозиготность; P_{95} - доля полиморфных локусов; n_a – абсолютное число аллелей на локус; n_e - эффективное число аллелей на локус; у всех вышеуказанных параметров в скобках даны стандартные отклонения; *R* – число редких фрагментов

Минимальным этот показатель оказался в популяции *Kar* (H_E=0,181), а в популяциях *Ir* и *VS* максимальным – 0,232.

Абсолютное число аллелей на локус (n_a) на общую выборку составило 1,502. Этот параметр наивысший в популяции *Zil* (n_a=1,621), а в популяции *Kar* он наименьший (n_a=1,347). Эффективное число аллелей на локус (n_e) на общую выборку равно 1,353. Максимальное число эффективных аллелей на локус отмечено в популяции *Ir* (n_e=1,395), а минимальное – в популяции *Kar* (n_e=1,296). В популяциях *Kul* и *Zil* выявлено наибольшее число редких ISSR-маркеров (R=3), характерных лишь для этой популяции. В популяциях *Kar* и *VS* установлено по одному редкому ISSR-маркеру, а в популяции *Ir* редкие маркеры отсутствовали.

Анализ генетической структуры популяций показал, что ожидаемая доля гетерозиготных генотипов (H_T) на общую выборку составила 0,275 (таблица 2), ожидаемая доля гетерозиготных генотипов в субпопуляции по всем локусам (H_S) равна 0,215, поэтому коэффициент подразделенности популяций (G_{ST}) составил 0,220. Таким образом, на межпопуляционную компоненту генетического разнообразия приходится 22,0%.

Таблица 2 - Генетическая структура пяти популяций *L. sibirica*

ISSR-праймер	Нуклеотидная последовательность (5'→ 3')	H_T	H_S	G_{ST}
CR-215	$(CA)_6GT$	0,154 (0,021)	0,129 (0,012)	0,161
ISSR-8	$(GAG)_6C$	0,209 (0,026)	0,166 (0,014)	0,166
M3	$(AC)_8CT$	0,298 (0,031)	0,208 (0,016)	0,302
X10	$(AGC)_6C$	0,329 (0,014)	0,268 (0,009)	0,184
X11	$(AGC)_6G$	0,309 (0,023)	0,242 (0,017)	0,218
На общую выборку		0,275 (0,025)	0,215 (0,016)	0,220

Примечание: H_T – ожидаемая доля гетерозиготных генотипов, как мера общего генного разнообразия во всей популяции; H_S – ожидаемая доля гетерозиготных генотипов в субпопуляции, как мера ее внутрипопуляционного разнообразия или среднее выборочное генное разнообразие по всем локусам; G_{ST} – доля межпопуляционного генетического разнообразия в общем разнообразии или показатель подразделенности популяций; в скобках даны стандартные отклонения.

На дендрограмме (рисунок 1), построенной невзвешенным парно-групповым методом (UPGMA - Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages), пять популяций *L. sibirica* образовали 2 кластера с высокой поддержкой бутстрепа (100%). В первый кластер входят популяции *Ir, VS, Kar*, во второй – *Kul* и *Zil.* На наибольшем генетическом расстоянии находятся популяции *Kar* и *Kul* (D=0,516), а наименьшее генетическое расстояние установлено между *Ir* и *VS* (D=0,045). Корреляция между генетическим и географическим расстояниями не установлена.

Среди пяти изученных популяций *L. sibirica* низким уровнем генетического полиморфизма характеризуется популяция *Kar* (P_{95}=0,855; H_E=0,181; n_a=1,347; n_e=1,296), расположенная в окрестностях города Карабаш. Низкий уровень генетического полиморфизма в этой популяции, возможно, связан с высокой техногенной нагрузкой, вызванной 90 летней работой металлургических заводов на территории города. В течение

13 лет (с 1996 по 2009 годы) город и прилегающие территории характеризовались как зона экологического бедствия.

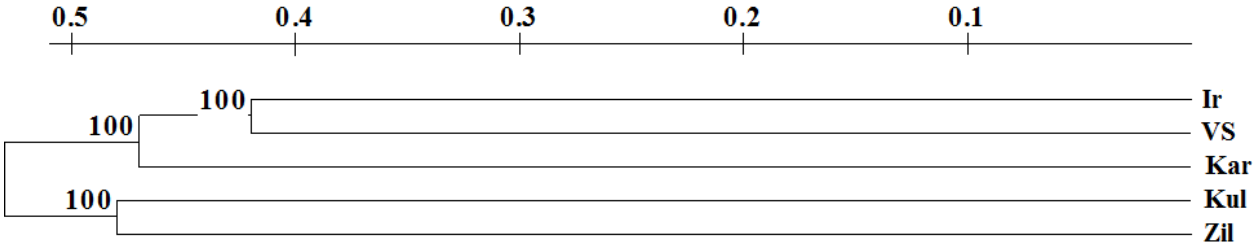


Рисунок 1 – Дендрограмма генетического сходства, построенная UPGMA-методом по ISSR-спектрам для пяти популяций *L. sibirica*; цифрами указаны значения бутстрепа (%); сверху указана шкала генетических расстояний

Таким образом, в изученных пяти популяциях западной расы *L. sibirica* на Южном Урале выявлено 124 ISSR-маркера, из которых 120 были полиморфными (P_{95}=0,968), то есть установлен высокий уровень полиморфизма изученных регионов генома *L. sibirica.* Изученные популяции характеризуются высокими показателями генетического разнообразия, за исключением популяции *Kar*. Установлен интересный факт, что популяции *Kar* и *Kul* находятся на очень большом генетическом расстоянии (D=0,516), но при этом пять изученных популяций *L. sibirica* дифференцированы в средней степени (G_{ST}=0,220). Особого внимания заслуживает популяция *Kar,* характеризующаяся низким уровнем генетического разнообразия, для которой рекомендуется снижение антропогенного воздействия, мониторинг эффективной численности и показателей состояния генофонда. Наиболее ценным является наличие в изученных популяциях редких молекулярных маркеров, которые необходимы для сохранения генетической оригинальности этих популяций и могут быть использованы для идентификации их растительного материала и древесины с целью контроля легальности заготовки ценнейшей древесины *L. sibirica*.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-34-00348/18.

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА СОСТОЯНИЕ РЕСУРСОВ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ В РОССИИ

Ветчинникова Л.В., Титов А.Ф.
Карельский научный центр Российской академии наук, Россия vetchin@krc.karelia.ru

Расширение и интенсификация хозяйственной деятельности, осуществляемой человеком, почти всегда, включая настоящее время, сопровождается усилением антропогенного пресса на природу и ухудшением экологической ситуации на значительных по площади территориях. Осознание данного факта и понимание масштаба негативных последствий этого для человека привело к выработке определенного набора мер и действий, которые составили содержательную основу различных международных, национальных и региональных природоохранных программ, направленных на сохранение и/или восстановление природной среды и биоразнообразия. Благодаря этому стало возможным говорить не только о негативном, но и о позитивном антропогенном воздействии на природу в целом и ее отдельные составляющие, особенно те, которые считаются наиболее ценными и/или уникальными. Одним из таких объектов является карельская береза *Betula pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti, которая в силу особой ценности ее древесины активно эксплуатируется человеком уже многие годы (не менее 500 лет) и в то же время вследствие своих биологических особенностей характеризуется низким уровнем естественного восстановления.

К негативным антропогенным воздействиям в отношении ресурсов карельской березы следует, прежде всего, отнести массовые и выборочные рубки (которые ведут не только к сокращению ее численности, но и ухудшению ее генофонда), зачастую носящие неконтролируемый характер. Также отрицательно на ее ресурсах могут сказываться некоторые виды агротехнических мероприятий, например, такие как обработка территорий, используемых в хозяйственных целях, ядохимикатами.

К позитивным мерам и действиям, направленным на сохранение и/или восстановление численности и генофонда карельской березы можно отнести следующее:

– придание ей статуса особо охраняемого биологического объекта;

– создание ботанических заказников карельской березы, которых в Республике Карелия (на территории которой в естественных условиях сосредоточены почти все ресурсы карельской березы в России) в настоящее время насчитывается четыре и где сосредоточено примерно 95% от всех зарегистрированных в Карелии деревьев данного вида;

– создание лесных культур и организация хозяйств, специализирующихся на разведении карельской березы (с учетом, что их эффективность будет зависеть от качества посадочного материала и проведения регулярных уходов);

– интродукция в другие регионы, природно-климатические условия которых позволяют карельской березе хорошо приживаться и расти (например, в Мурманской, Кировской, Воронежской областях, в Башкортостане, Республике Марий Эл и ряде других);

– развитие и внедрение в практику новых биотехнологий (например, клонального микроразмножения), позволяющих производить в значительных количествах качественный посадочный материал;

– выявление плюсовых деревьев и создание на их основе плантаций, которые имеют наибольшую перспективу для увеличения численности карельской березы и улучшения ее генофонда.

Таким образом, сегодня вполне очевидно, что только широкое применение указанных выше мер и действий (при соответствующем контроле со стороны государства) позволит не только сохранить этот уникальный биологический объект, но и увеличить его генетические ресурсы в России.

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИЗНЕСПОСОБНЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫВ ГНПП «БУРАБАЙ»

Вибе Е.П., Телегина О.С., Меркель К.А.
Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Казахстан wiebe_k@mail.ru

Рекреационные нагрузки в последнее время стали одним из наиболее опасных факторов, влияющих на устойчивость древостоев и ухудшение их состояния [1-4]. Сложность установления дигрессивных трансформаций древостоев под влиянием антропогенной нагрузки заключатся в длительном скрытом характере изменений, обусловленном их высокой устойчивостью по сравнению с другими компонентами биогеоценозов [5].

Объектом исследований являлись естественные сосновые древостои VI класса возраста очень сухих (группа типов леса - C_1), сухих (C_2) и свежих лесорастительных условий (C_3). Сосняки на исследуемых пробных площадях относятся к следующим функциональным зонам: ФЗ-I – зона активного посещения, древостой характеризуется IV и V стадиями рекреационной дегрессии; ФЗ-II – зона умеренного посещения, характеризующаяся II-III стадией дегрессии; ФЗ-III – зона слабого посещения, соответствующая I стадии рекреационной дегрессии.

Распределение жизнеспособных деревьев сосны по количеству деревьев и запасу на пробных площадях представлены в таблице 1.

Таблица 1. Распределение жизнеспособных деревьев сосны на пробных площадях в зависимости от рекреационных нагрузок и лесорастительных условий

Группа типов леса	Номер пробной площади	Запас/количество деревьев сосны по категориям санитарного состояния, %		
		Без признаков ослабления	Ослабленные	Сильно ослабленные
Зона активного посещения (ФЗ-I)				
Очень сухой сосняк	2	10,2 / 9,7	65,6 / 49,5	19,1 / 24,2
	24	34,8 / 36,5	43,0 / 38,4	21,9 / 23,2
Сухой сосняк	23	37,5 / 37,1	45,9 / 38,4	12,8 / 19,2
	32	33,6 / 33,1	33,1 / 33,9	32,0 / 31,4
Свежий сосняк	1	15,1 / 8,7	55,1 / 38,3	24,3 / 33,3
	10	15,6 / 15,0	59,1 / 49,0	20,4 / 22,0
Зона умеренного посещения (ФЗ-II)				
Очень сухой сосняк	4	34,7 / 31,6	56,9 / 55,2	6,4 / 9,6
	8	27,0 / 20,8	63,0 / 52,8	7,5 / 12,5
	9	25,7 / 27,6	62,0 / 52,8	11,4 / 15,8
Сухой сосняк	6	26,2 / 23,6	45,8 / 41,1	23,6 / 23,1
	16	48,2 / 36,3	40,9 / 43,1	8,7 / 13,0

Свежий сосняк	21	45,1 36,6	40,0 33,8	10,6 15,5
	22	43,8 31,0	35,4 35,0	15,6 20,0
	7	38,8 35,1	43,2 41,9	14,8 15,7
Зона слабого посещения (ФЗ-III)				
Очень сухой сосняк	3	47,0 40,9	35,0 32,6	15,0 17,4
	13	33,6 28,0	53,5 46,5	7,7 7,0
	11	35,9 31,3	50,8 44,4	8,6 13,2
Сухой сосняк	12	41,2 34,3	40,3 36,3	15,7 19,7
	15	46,7 38,8	39,4 38,8	10,7 14,5
	20	32,7 33,4	53,3 46,3	13,2 17,9
Свежий сосняк	5	42,1 32,4	48,5 45,6	8,4 19,0
	17	62,8 56,5	34,0 33,3	3,2 9,3
	19	53,8 46,9	32,8 29,3	10,7 14,6
	18	47,5 36,3	34,8 35,4	14,4 18,2
Влажный сосняк	14	28,8 18,5	48,6 37,0	15,5 17,0
	31	46,0 44,1	35,8 30,1	16,3 20,7

С увеличением рекреационной нагрузки в очень сухих, сухих и свежих сосняках отмечается уменьшение доли деревьев «без признаков ослабления» по количеству деревьев и запасу. Наиболее ярко выражено данная закономерность в свежих лесорастительных условиях. В ФЗ-II доля таких деревьев по количеству и запасу меньше на 8,8 и на 9,0% соответственно, в сравнении с ФЗ-III. В ФЗ-I отмечается резкое снижение анализируемых показателей на 22,3 и на 27,2% соответственно, в сравнении с ФЗ-III.

Наиболее плавно выражено снижение доли деревьев I категории состояния в сухих условиях произрастания по запасу. Так, их доля в ФЗ-II снижается на 3,0%, в ФЗ-I на 4,6% в сравнении с ФЗ-III. В очень сухих условиях доля деревьев без признаков ослабления по количеству и запасу снижается в 1,3 раза с увеличением рекреационной нагрузки в каждой из сравниваемых функциональных зон.

Доля запаса деревьев I категории санитарного состояния превышает аналогичный показатель по их количеству во всех анализируемых лесорастительных условиях. Это свидетельствует о том, что средний диаметр таких деревьев равен или больше среднего диаметра древостоя.

Наибольшая доля деревьев категории «ослабленные» в каждой функциональной зоне характерна для древостоев, произрастающих в очень сухих условиях. С увеличением рекреационной нагрузки на лесные участки доля ослабленных деревьев в очень сухом и свежем сосняке увеличивается. В сухом сосняке значение рассматриваемого показателя в различных функциональных зонах не изменяется, отмечается лишь незначительное

уменьшение его в ФЗ-I. Превышение доли запаса деревьев данной категории состояния в сравнении с количеством таковых деревьев указывает на то, что они представлены деревьями, входящими в состав основного полога.

Общая закономерность ухудшения состояния древостоев с увеличением интенсивности рекреационного воздействия, подтверждается и данными распределения деревьев категории «сильно ослабленные». Доля сильно ослабленных деревьев по количеству и запасу возрастает в ФЗ-I в свежем сосняке в 1,8 и 2,4 раза, в сухом сосняке в 1,4 и 1,7 раз, в очень сухом сосняке в 1,8 и 2 раза соответственно по сравнению с ФЗ-III.

Но, сравнивая показатели доли сильно ослабленных деревьев по количеству и по запасу, можно отметить, что по количеству деревьев она больше. Таким образом, доля сильно ослабленных деревьев представлена деревьями с диаметрами равными и меньше среднего диаметра древостоя.

Для анализа влияния рекреационных нагрузок проведен дисперсионный анализ, где фактором влияния обозначены функциональные зоны в различных лесорастительных условиях. Результаты расчета показывают, что в группе типов леса свежий сосняк выявлено значимое влияние рекреационных нагрузок на распределение деревьев I, II, III категорий состояния по запасу (F-критерий 20,413, p-значение – 0,02; F-критерий 8,219, p-значение – 0,019; F-критерий 7,894, p-значение – 0,021 соответственно), а также по количеству деревьев I категории (F-критерий 9,973, p-значение –0,012). В группе типов леса очень сухой сосняк установлено значимое влияние рекреационных нагрузок для категории «сильно ослабленных» деревьев по запасу (F-критерий 8,093, p-значение – 0,027). В остальных случаях фактор рекреации оказывает не столь сильное влияние на распределение деревьев между категориями состояния.

Список использованных источников:

1. Швалева Н.П., Залесов С.В. Санитарное состояние сосновых древостоев в условиях лесопарков Екатеринбурга. Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2007. - №8(57). – С. 95-99.

2. Колтунов Е.В., Залесов С.В., Демчук А.Ю. Корневые и стволовые гнили и состояние древостоев Шарташского лесопарка г. Екатеринбурга в условиях различной рекреационной нагрузки. Аграрный вестник Урала. – 2011. – №8(87). – С. 43-46.

3. Данчева А.В., Залесов С.В., Муканов Б.М. Влияние рекреационных нагрузок на состояние и устойчивость сосновых насаждений Казахского мелкосопочника: монография – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. – 195 с.

4. Бунькова Н.П., Залесов С.В. Рекреационная устойчивость и емкость сосновых насаждений в лесопарках г. Екатеринбурга. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. – 124 с.

5. Поляков В.И., Полякова Г.Г. Особенности развития средневозрастных пригородных сосняков Красноярска. Лесная таксация и лесоустройство. – 2005. – №1. – С. 44-49.

ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ТОПОЛЯ ЧЕРНОГО (*POPULUS NIGRA* L.) В УКРАИНЕ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЯМИ КЛИМАТА

Высоцкая Н.Ю.
Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого, Украина vysotska_n@ukr.net

Представители рода *Populus* L. являются важной составляющей Северного полушария. Они не только обеспечивают сырьем промышленность, но и высоко ценятся за предоставление экологических услуг, а именно охрану почв, водоемов и агроландшафтов, фиторемедиации деградированных земель, реабилитации уязвимых экосистем, рекультивации нарушенных ландшафтов, борьбы с опустыниванием. Как быстрорастущие виды, они эффективно поглощают углерод, тем самым способствуют адаптации и смягчению последствий изменения климата.

Объектом нашего исследования был *Populus nigra* L. в связи с сохранением и использованием лесных генетических ресурсов в Украине. Предмет исследования – современное состояние и приоритеты сохранения генетических ресурсов тополя черного в Украине.

Цель исследований заключалась в обобщении данных о состоянии генетических ресурсов тополя черного в Украине, а также в рассмотрении потребностей и приоритетов для их сохранения и устойчивого использования в условиях изменения климата.

Одним из важных мероприятий по сохранению генофонда лесных древесных видов является отбор и защита лучших и элитных древостоев. Во многих странах Европейского союза сохранение генетических ресурсов тополя черного и устойчивое управление ими интегрированы в национальные стратегии по сохранению биоразнообразия.

В Украине в конце 50-х годов прошлого столетия работы по гибридизации тополей проводились в таком масштабе, что получили название «тополевого бума». К сожалению, ложное представление информации о нетребовательности тополя к условиям роста стало причиной серии неудачных экспериментов по выращиванию тополя в несоответствующих условиях роста, что в свою очередь привело к негативным отзывам. Поэтому на сегодняшний день производственное, общественное и политическое негативное восприятие тополя как породы, которая имеет ресурсное значение, негативно отражается на определении оптимальных путей для решения вопросов их успешного культивирования.

Пробелы в сохранении генетических ресурсов *P. nigra* в Украине на популяционно-видовом уровне, в частности отсутствие соответствующей политики, ориентированной на сохранение ценных природных древостоев и использование ресурсного потенциала тополя черного, существенно препятствуют развитию экономического потенциала и рациональности его использования этим видом. Разработка такой политики особенно актуальна в нынешних условиях изменения климата.

По данным Государственного агентства лесных ресурсов Украины леса, в составе которых присутствует тополь черный, занимают около 46% от общей площади лесного фонда тополевых древостоев равнинной части Украины. Этот вид является более пластичным к условиям роста и занимает широкую экологическую нишу. Спонтанная гибридизация тополя черного (63% клонов тополей, которые включены в мировой каталог, имеют происхождение от *P. nigra)* свидетельствует о генетической вариабельности этого вида в культуре, что также необходимо учитывать при разработке стратегии сохранения генетических ресурсов этого вида.

В то же время, сохранению генетических ресурсов тополя черного уделено мало внимания. Работы по отбору пюсовых насаждений и генетических резерватов не проводились. В Государственный реестр плюсовых деревьев Украины включены только 5 деревьев, которые растут в условиях Лесостепи. Недостаточное количество объектов сохранения *in situ* генофонда *P. nigra* обуславливает целесообразность инвентаризации

тополевых насаждений с целью выявления высокопродуктивных и устойчивых экземпляров и насаждений.

Следует отметить, что климатические явления, которые наблюдаются на протяжении последних десятилетий, свидетельствуют об изменениях ареалов растений. Масштабы и интенсивность повреждений лесов Украины в последние годы имеют тенденцию к увеличению. Наблюдается также тенденция к увеличению площадей очагов вредителей и болезней леса. Площадь гибели лесов от негативных погодных условий в последние годы также увеличилась. В данном контексте акценты расставлены преимущественно на главные лесообразующие виды (дуб обыкновенный, сосна обыкновенная, ольха черная, бук лесной, ель европейская). Поскольку как для перечисленных видов, так и для тополя черного лимитирующим фактором является влажность климата, можно спрогнозировать, что на протяжении второй половины XXI столетия будет происходить значительное сужение зоны оптимального роста этого вида.

С целью сохранения *in situ* тополя черного в Украине, который имеет ключевое значение для сохранения биоразнообразия на национальном и глобальном уровнях, необходимо активизировать такие работы:

- распространение информации о биологии, распространении и перспективах использовании тополя черного;
- разработка и реализация стратегии и нормативно-правовой базы по сохранению, возобновлению и использованию генофонда *P. nigra*;
- отбор и паспортизация новых объектов, в т.ч. с помощью методов молекулярной генетики;
- исследования внутривидовой изменчивости тополя черного в условиях изменения климата и определения значимости этого вида для экосистемных услуг;
- укрепление рационального использования ресурсов тополя черного, развитие управления ими.

ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К НАСЕКОМЫМ-ВРЕДИТЕЛЯМ ШИШЕК И СЕМЯН

Гончарова Т.В.[1], Паркина О.В.[1], Кальченко Л.И.[2], Тараканов В.В.[3], Ноздренко Я.В.[4]
[1]Новосибирский государственный аграрный университет, Россия tato4ka0909@mail.ru
[2]Российский центр защиты леса – Центр защиты леса Алтайского края, Россия
[3]ЗСО ИЛ СО РАН - филиал ФИЦ КНЦ СО РАН, Россия
[4]Российский центр защиты леса – Центр защиты леса Новосибирской области, Россия

Изучение эколого-генетической изменчивости древесных растений по признакам устойчивости к биотическим факторам создаёт основу для изучения стратегии их адаптации к варьирующим условиям среды обитания и для оценки перспектив селекции. Удобными объектами для проведения такого рода исследований являются архивные и лесосеменные плантации, созданные клонами лучших по интенсивности роста и семенной продуктивности плюсовых деревьев. Для такого рода объектов, отличающихся повышенным уровнем семеношения, особенно актуален вопрос об устойчивости к вредителям шишек и семян.

Исследования по этой теме проводятся нами на клоновых плантациях сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L., кедра сибирского *Pinus sibirica* Du Tour. и лиственницы сибирской *Larix sibirica* Ledeb. в Озерском лесничестве Алтайского края и в Искитимском лесничестве Новосибирской области (лесостепная зона Западной Сибири). Данные объекты изучены в этом плане весьма фрагментарно, имеются лишь косвенные материалы по сосне [1]. Отчасти это обусловлено относительно небольшим возрастом объектов и динамикой семеношения [2-3].

В текущем году на клоновых объектах сосны сформировался средний урожай шишек, что создало возможность учета степени их поражения различными энтомовредителями, прежде всего шишковой огневкой *Dioryctria abietella* Schiff. и шишковой смолёвкой *Pissodes validirostris* Gyll., у разных клонов. Особенно интересен аспект временнóй устойчивости оценок по степени повреждения шишек у разных клонов. Полученные материалы отчасти находятся в стадии камеральной обработки и анализа, и в полной мере будут представлены в статье.

В настоящем сообщении отметим, что при изучении 36-ти семнадцатилетних клонов сосны доля шишек, поврежденных огневкой, в среднем составила 6,7±0,74 %, а смолевкой – 2,9±0,52% ($P<0,01$). При этом данный показатель широко варьировал по клонам: в пределах 1,1-21,1 и 0,0-14,9% для огневки и смолевки соответственно. То есть генетическая гетерогенность сосны по уровню устойчивости к этим вредителям не вызывает сомнений. Но связь между рангами клонов по устойчивости к различным насекомым практически отсутствует ($r=-0,156$; $n=36$; $P>0,10$).

По итогам исследований выявлены клоны с максимальной комплексной устойчивостью к вредителям шишек и семян.

Список использованных источников:

1. Тараканов В.В., Кальченко Л.И. Фенетический анализ клоновых и естественных популяций сосны в Алтайском крае. - Новосибирск: академическое изд-во «Гео», 2015. - 107 с.

2. Болонин И.П., Кулаков В.Е., Роговцев Р.В. Инвентаризация объектов ЕГСК в лесном фонде Новосибирской и Омской областей. Хвойные бореальной зоны. - 2010. - Т. 27. №1-2. - С. 43-45.

3. Бондарев А.Я., Кальченко Л.И. О состоянии объектов ЕГСК в Алтайском крае: перспективы. Хвойные бореальной зоны. - 2010. - Т. 27. №1-2. - С. 46-49.

РАЗНООБРАЗИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У КЕДРА СИБИРСКОГО: ХАРАКТЕР, ПРИРОДА И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЕКЦИИ

Горошкевич С.Н., Велисевич С.Н., Жук Е.А., Васильева Г.В.
Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Россия
pearldiver@yandex.ru

Кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour) – ценнейший и при этом почти чисто российский вид лесных древесных растений. В настоящее время его использование остается на первобытном уровне. Это либо рубка и сбор ореха в естественных насаждениях, что сильно вредит природным экосистемам, либо (в лучшем случае) выращивание «дикого» (без селекционного улучшения) вида в культурах, что неэффективно. Давно назрела необходимость введения в культуру кедра сибирского на основе его генетического улучшения. Цель настоящей работы - исследовать характер и природу разнообразия хозяйственно-ценных признаков, выбрать оптимальные методы селекции, осуществить на практике ее первый этап.

Средняя продолжительность стандартного селекционного цикла для зерновой или овощной культуры составляет 10-15 лет. Поэтому в современном динамичном мире традиционные методы селекции постепенно заменяются генно-инженерными технологиями. Успехи молекулярной биотехнологии впечатляют, особенно для хорошо изученных модельных и сельскохозяйственных объектов в части устойчивости к вредителям, патогенам, простым факторам абиотической среды. Для количественных признаков, характеризующих рост, морфогенез и половую репродукцию, особенно у многолетних древесных таких успехов пока совсем мало. Одна из причин – недостаточная изученность природного разнообразия, особенно в части его природы: что наследуется, что не наследуется; что полностью, что частично; что генетически, что эпигенетически. Значит, по-прежнему актуально исследование структуры этого разнообразия. Оно актуально и для выведения сортов традиционными методами, и как основа для создания в будущем генетически или эпигенетически модифицированных культиваров.

Потребности человечества в лесных ресурсах непрерывно растут. В условиях сокращения площадей естественных лесов понятно стремление человека повысить их продуктивность, в том числе, селекционными методами. Однако генетически «улучшая» экономически важные виды, человек неосознанно снижает интенсивность естественного отбора (или даже ведет негативный отбор), увеличивая в их генотипическом составе долю неадаптивных особей, которые элиминировались бы в природе. Тем самым человек способствует созданию неустойчивых насаждений, что резко ухудшает как экологические функции леса, так в долгосрочном аспекте и его продукционные способности. Очевидно, что воспроизводство естественных лесов должно либо происходить естественным путем, либо осуществляться культурами из местных семян по технологиям, максимально приближенным к естественным процессам. Селекционные методы имеет смысл применять только в искусственных экосистемах, таких как лесные плантации.

Генетическое улучшение лесных древесных растений в течение последних 60 лет осуществлялось почти исключительно в рамках так называемой плюсовой селекции. При этом ставилась задача выведения полиморфных сортов-популяций, которые предполагалось использовать для восстановления естественных насаждений. В полуискусственных популяциях такого типа продуктивность невозможно повысить без ущерба для устойчивости. Поэтому плюсовая селекция оказалась тупиковой ветвью в развитии науки. Очевидна необходимость перехода к новой эффективной селекции, целью которой будет не абстрактное «генетическое улучшение лесов», а выведение высокопродуктивных, устойчивых и обладающих другими ценными свойствами сортов, предназначенных для выращивания искусственных высокотехнологичных насаждений в контролируемой среде. Для кедра сибирского актуальны 3 направления селекции: (1)

скорость роста, вегетативная продуктивность; (2) скороплодность и связанная с ней общая семенная продуктивность; (3) декоративность в смысле замедленного роста, компактности и густоты кроны. Здесь представлены результаты по 4 формам природного разнообразия этих признаков и, соответственно, по 4 способам селекции.

(1) Индивидуальная изменчивость в местной популяции. Уровень естественного отбора максимальный в естественных насаждениях, средний в полу-искусственных (припоселковые кедровники, производственные культуры), низкий на специально созданных плантациях с разреженной посадкой деревьев. Генетически обусловленное разнообразие в этом ряду увеличивается, соответственно, увеличиваются и возможности для селекции.

Проведен анализ разнообразия вегетативного потомства (27-летние прививки, 30 клонов) и его связи с исходным разнообразием деревьев в припоселковом кедровнике. Ранг деревьев ни по одному из значимых признаков в исходном насаждении совершенно не был связан с рангом их вегетативного потомства в клоновом архиве. Это означает, что фенотипическое разнообразие по селектируемым признакам в припоселковом кедровнике не имеет генетической основы, целиком определяется случайными факторами. Следовательно, селекционная инвентаризация и отбор «плюсовых» деревьев бессмысленны. Вместе с тем, значительное генетическое разнообразие по этим признакам в исходном насаждении присутствует. Оно проявляется в выровненных условиях клонового архива. Так, связь плодоношения с размером деревьев в естественных насаждениях обычно прямая и очень тесная. В клоновом архиве возможны любые варианты соотношения между ростом и плодоношением. Продукция шишек совершенно не связана с «ростовыми» признаками: с высотой дерева r=0,23, с диаметром ствола r=0,13, с площадью горизонтальной проекции кроны (ПГПК) r=0,20. Это позволяет отобрать деревья с любым соотношением роста и плодоношения, например, с генетически обусловленным преобладанием плодоношения над ростом, в том числе, с максимальной урожайностью (числом шишек на единицу ПГПК).

Результаты, полученные при анализе разнообразия на 40-летней орехоплодной плантации с размещением корнесобственных деревьев 8 × 8 м, подтвердили эту идею. В естественном насаждении возможность для обильного плодоношения имеют лишь те деревья, которые быстро растут. На плантации с разреженной посадкой эта связь гораздо слабее, поэтому плодоносить имеют возможность деревья с любой скоростью роста. Это резко усиливает селекционный потенциал специальных плантаций со свободным размещением деревьев для отбора по урожайности.

(2) Онтогенетические состояния. Онтогенез многолетнего растения – это сложный процесс взаимодействия между макрофизиологией и дифференциальной экспрессией генов. Вегетативное потомство деревьев разных онтогенетических состояний может существенно различаться по важным признакам вследствие «эпигенетической памяти». Это можно использовать в селекционной работе. Изучены рост и развитие вегетативного потомства деревьев кедра сибирского широкого возрастного ряда (5-700 лет), привитых на однородный 5-летний подвой. Ювенильные привои медленно растут и активно ветвятся, имматурные хорошо растут и хорошо ветвятся, генеративные активно растут и ветвятся меньше, сенильные растут и ветвятся одинаково плохо. Анализ 3-летних реципрокных прививок разных онтогенетических состояний (от молодых 7-летних и зрелых 200-летних деревьев) показал, что все без исключения признаки, характеризующие морфогенез и рост, зависят от возраста, как привоя, так и подвоя. Но соотношение этих двух факторов для разных признаков разное. Это говорит о наличии эпигенетического компонента в наследовании признаков морфогенеза. В первую очередь это относится к линейному и радиальному росту побега, а также к интенсивности ветвления. Последнее является частным проявлением различий между возрастными состояниями в коррелятивном взаимодействии между формирующимися органами и тканями. Еще ярче эти различия проявляются в эпигенетическом наследовании уровня апикального доминирования,

которое характеризует отношения между порядками ветвления. Этот признак целиком определяется онтогенетическим состоянием привоя. При расчете суммарной длины всех боковых осей в долях от длины осевого побега за весь 3-летний период наблюдений, были выявлены 4-5-кратные различия между вариантами.

Таким образом, эпигенетическое наследование вегетативным потомством многих важнейших возрастспецифических признаков, характеризующих общий уровень роста и характер морфогенеза лесных древесных растений, это объективная реальность. Чем ближе маточник к онтогенетическому пику роста, тем интенсивней растет и интенсивней ветвится его вегетативное потомство. Следовательно, возможна эпигенетическая селекция на основе возрастных состояний, например, существенное увеличение продуктивности и сокращение оборота рубки за счет использования вегетативного потомства деревьев, находящихся на онтогенетическом пике роста.

(3) Географические (климатические) экотипы. Закономерности внутривидовой дифференциации каждого вида учитываются при искусственном лесовосстановлении и лежат в основе принципиального использования в этих целях семян местного происхождения как наиболее адаптированных к местным условиям. Однако часто наиболее продуктивным оказывается не местный экотип, а перемещенный из другого района. Отбор таких экотипов может быть эффективным методом при введении данного вида в культуру. Проведен анализ вегетативного роста и репродуктивных признаков у 23-летних клонов из 13 широтных, долготных и высотных экотипов кедра сибирского в клоновом архиве. Высота ствола и ширина кроны у крайних вариантов различалась почти в 2 раза. Самым высоким и ширококронным был южный экотип Абаза (низкогорье Западного Саяна), самым низким и узкокронным - северный экотип Уренгой (западно-сибирская лесотундра). Лидерами по объему ствола были экотип Абаза и восточные экотипы: южнотаежный Тайшет и прибайкальский Слюдянка. Крона северного и высокогорного западно-саянского экотипов сильнее всего поражалась вредителями, а у южного (Абаза) и юго-западного (средний Урал) экотипов повреждений не было вообще. Экотипы - лидеры по высоте и объему ствола были лидерами по числу метамеров удлинения, аутсайдеры - по числу метамеров ветвления. Это означает, что у лучших по росту экотипов, в отличие от остальных, заметно меньше боковых ветвей на стволе. В сочетании с высокой интенсивностью роста и устойчивостью к вредителям, на данный момент это делает экотип Абаза наилучшим для выращивания в условиях Южной Сибири с целью получения древесины.

(4) Наследственные аномалии в морфогенезе. Они довольно разнообразны. Об этом говорит, например, разнообразие декоративных сортов. В нашем случае они изучаются и используются в селекционной работе на примере так называемых «ведьминых метел» (ВМ) - соматических мутаций с замедленным ростом и интенсивным ветвлением. У кедра сибирского они встречаются с частотой примерно 1 на 5-10 тысяч деревьев. В нашем клоновом архиве собраны десятки клонов, созданных методом прививки от материнского дерева (из аномальной и нормальной части кроны). Многие из этих них оказались фертильными, что позволило получить семенное потомство и второе поколение клонов. Проведен анализ структуры разнообразия в клоновом архиве, отобраны скороплодные и декоративные клоны.

Таким образом, разнообразие хозяйственно-ценных признаков у кедра сибирского довольно велико. Оно имеет в значительной мере наследственную (генетическую или эпигенетическую) природу. Это открывает отличные возможности для эффективной «неплюсовой» селекции сортов.

Работа выполнена при поддержке РНФ (грант № 18-16-00058).

ЛЕСОСЕМЕННАЯ ПЛАНТАЦИЯ КЕДРА КОРЕЙСКОГО В ХЕХЦИРСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ – ОБЪЕКТ ГЕНЕТИЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ

Грек В.С., Нечаев А.А., Волкова Ю.А.
Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Россия
dvniilh@gmail.com

На Дальнем Востоке в Хабаровском крае на землях Хехцирского лесничества ДальНИИЛХом заложен ряд лесных стационарных объектов генетического содержания. Один из объектов – лесосеменная плантация кедра корейского (сосны корейской) *Pinus koraiensis* Siebold et Zucc., созданная привитыми саженцами. Цель создания плантации - ускоренное выращивание семян с плюсовых и маточных деревьев в открытом грунте. Начало семеношения кедра корейского в естественных лесах составляет длительный период от 80 до 120 лет. В искусственных насаждениях этот период можно сократить до 35-40 лет, в индивидуальных посадках начало семеношения сокращается до 12-15 лет. Саженцы кедра корейского с привитыми черенками от семеносящих кедров дают первый урожай шишек в 5-7 лет. Таким образом, срок начала семеношения сокращается в 10-20 раз по сравнению с естественными условиями девственного леса, а полученные семена (орешки) обладают улучшенными заданными свойствами. Кроме того, условия произрастания при правильном размещении саженцев создают предпосылки для получения ежегодных урожаев семян, а также возможности механизированного ухода за посадками и сбора шишек. Прививочная плантация имеет ряд других преимуществ по сравнению с получением семян в естественных условиях: раннее созревание шишек, повышенные полнозернистость и жизнеспособность семян, многократное увеличение урожайности шишек и семян с единицы площади, возможность эффективной защиты от вредителей и охраны урожая.

Со времени закладки лесосеменной плантации привитыми саженцами кедра корейского в количестве 1750 шт. (875 шт./га) на землях Лесопаркового участкового лесничества (квартал 2, выдел 25, площадь 2 га) прошло 30 лет (1989-2019 гг.). Позднее площадь плантации неоднократно увеличивалась и достигла 4,0 га. Первый урожай полноценных шишек был получен в 1992 г. Первый урожай семян был собран в 1995 г. при высоте деревьев 1,2-1,5 м в количестве 15 кг. С тех пор привитые саженцы плодоносят ежегодно. В разные годы урожайность семян кедра составляла от 30 до 150-200 кг/га. Максимальный биологический урожай кедровых орехов составил 300 кг/га [1].

За период с 1989 по 2019 годы на участке произошло полное восстановление лесной среды. Эдифицирующий ярус в настоящее время представлен деревьями кедра корейского, все другие древесные виды (дуб, ясень, березы, осина, ильм, липа, бархат, клены, ивы, орех и прочие), возобновляющиеся естественным путем, регулярно вырубались в порядке рубок ухода за привитыми саженцами кедра. Сплошной перечет кедрового древостоя выполнен в июне 2019 года. Состав древостоя 10 Кк. Результаты перечета деревьев представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Данные перечета деревьев кедра корейского 2019 г. на 1 га

Переменные	Описательные статистики						
	число стволов	среднее	мин.	макс.	ст. откл	коэффициент вариации, %	ст. ошибка
Диаметр, см	213	15,2	5,4	36,0	5,44	36	0,37
Высота, м	213	6,7	3,0	16,0	2,15	32	0,15
Количество шишек, шт.	213	2	0	12	2,76	166	0,19

Подрост редкий, мелкий, до 30-50 см высоты, видовой состав: *Quercus mongolica*, *Fraxinus mandshurica*, *Ulmus japonica*, *Tilia amurensis*, *Populus tremula*, *Betula davurica*, *B. platyphylla*, *B. costata*, *Phellodendron amurense*, *Acer ginnala*, *A. mono*, *A. tegmentosum*, *Abies*

nephrolepis, *Salix caprea, S. taraikensis, Maackia amurensis, Juglans mandshurica, Ligustrina amurensis* (всего 18 видов). Более крупный подрост отсутствует, так как его периодически вырубают.

Подлесок (кустарниковый ярус) средней густоты, до 50-100 см высоты. Проективное покрытие до 20-30%. Видовой состав: *Salix gracilistyla, S. bebbiana, Sorbaria sorbifolia, Spiraea salicifolia, Corylus mandshurica, Philadelphus tenuifolius, Rosa acicularis, Lespedeza bicolor, Dioscorea nipponica, Actinidia kolomikta, Euonymus pauciflora, Sambucus sibirica, Swida alba, Rubus matsumuranus, Lonicera chrysantha, Vitis amurensis* (всего 16 видов). Виды подлеска, в большинстве своем, не цветут и не плодоносят, так как их также периодически скашивают.

Травяно-кустарничковый ярус густой. Общее проективное покрытие 80-90%. Видовой состав: *Taraxacum mongolicum*, *Paris hexaphylla, Trifolium repens, Anemonoides amurensis, Leucanthemum vulgare, Carex pallida, C. xyphium, C. ussuriensis, Campanula punctata, Geranium sibiricum, Agrostis clavata, Agrimonia striata, Moehringia lateriflora, Elytrigia repens, Filipendula palmata, Cerastium pauciflorum, Athyrium sinense, Galium davuricum, Anemonoides udensis, Artemisia integrifolia, Solidago canadensis, Convallaria keiskei, Malanthemum bifolium, Matteuccia struthiopteris* и др. (всего 50 видов). Виды травяно-кустарничкового яруса, как правило, нормально развиты, достигают своих обычных размеров и нормально плодоносят.

Плодоносящие кедры страдают от облома вершин, часть стволов покрыты смолой. В год учета урожай шишек оказался ниже среднего, в тоже время на всех деревьях отмечено большое обилие мужских стробил в нижней и средней частях кроны. На большинстве вершин растущих деревьев кроме шишек наблюдается наличие женских стробил, что позволяет сделать прогноз на обильный урожай шишек будущего года. Общее состояние растущих деревьев кедра корейского на прививочной плантации удовлетворительное.

Список использованных источников:

1. Никитенко Е.А. Составляющие успеха и перспективы изучения опытной лесосеменной плантации ДальНИИЛХ. Проблемы устойчивого управления лесами Сибири и Дальнего Востока: материалы Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. 75-летию образования ДальНИИЛХ (Хабаровск, 1-3 октября). Хабаровск: ФБУ «ДальНИИЛХ», 2014. - С. 296-301.

СОЗДАНИЕ ПРИВИВОЧНЫХ ЛЕСОСЕМЕННЫХ ПЛАНТАЦИЙ КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ СОХРАНЕНИЯ ЛЕСНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Гуль Л.П., Колобанов К.А.
Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Россия
kolobanov.92@mail.ru

На территории России сосредоточена четверть запасов лесов планеты. Площадь наших лесов практически не уменьшается, но катастрофически снижается их качество за счет вырубки лучших древостоев, частых и обширных лесных пожаров, повреждения насекомыми, болезнями и природными явлениями, а также недостаточностью объемов и низким качеством проводимых лесовосстановительных мероприятий.

На Дальнем Востоке проблема ухудшения качества и обеднения генофонда особенно актуальна в отношении кедра корейского (*Pinus koraiensis* Sieboldet Zucc) основной лесообразующей породы особо ценных дальневосточных кедрово-широколиственных лесов (КШЛ). В настоящее время они занимают менее 3% лесопокрытой площади региона, которая продолжает сокращаться, несмотря на запрет заготовки кедровой древесины. Роль КШЛ для юга Дальнего Востока невозможно переоценить. Эти леса характеризуются очень высоким уровнем биологического разнообразия. Они выполняют важнейшие экологические функции (регуляция климата, водных ресурсов и атмосферы), являются кормовой базой многочисленных видов животных (в том числе амурского тигра), поддерживают быт малочисленных народов Дальнего Востока. Вместе с тем происходит стремительная деградация КШЛ из-за различных причин. Они сменяются мелколиственными и редкостойными лесами, уменьшаются запасы древесины. Для поддержания экологического равновесия необходимо, чтобы эти леса восстанавливались с господством кедра корейского.

С этой целью создаются объекты лесосеменной базы данной породы: сохраняются плюсовые деревья, закладываются постоянные и временные лесосеменные участки, лесосеменные плантации.

Обеднение генофонда и практически проводимая отрицательная селекция древесных пород, вызывают необходимость в сбережении и рациональном использовании сохранившихся генетических ресурсов лесных растений.

Одним из способов сохранения генофонда является выделение лучших генотипов и освоение принципов семеноводства на селекционно-генетической основе, получение селекционного посевного и посадочного материала. Решение этой проблемы имеет как теоретическое, так и большое практическое значение.

На Дальнем Востоке исследования по семеноведению и селекции были начаты более 60 лет назад. Наиболее активно и целенаправленно по кедру корейскому они проводились в 60-70 годы прошлого столетия. Были получены определенные результаты, и даны практические рекомендации. Однако с середины 70-х до середины 80-х, по разным причинам эти исследования были прерваны, нарушилась преемственность, утрачены заложенные опытные объекты. В 1986-1990 гг., по заданию Госкомлеса СССР, проводились исследования по усовершенствованию методов и технологии создания постоянной лесосеменной базы главных лесообразующих пород на генетико-селекционной основе. При выполнении этого задания в 1988-1990 гг. на территории Лесопаркового лесничества Хехцирского опытно-механизированного лесхоза ДальНИИЛХ была заложена прививочная лесосеменная плантация кедра корейского на площади 1,8 га. Руководила работой старший научный сотрудник лаборатории лесовосстановления института Титоренко Д.А. В последующие 1991-1992 гг. площадь плантации была расширена до 4 га.

Плантация заложена на старой вырубке из-под кленово-лещинного кедровника II бонитета, неоднократно пройденной пожарами и возобновившейся лиственными породами. После расчистки и сплошной раскорчевки в 1988 г проведена подготовка почвы по системе черного пара. Непосредственно перед посадкой, весной 1989 г и осенью 1990 г – дискование. Посадка выполнена садовым способом под лопату, с размещением 5 × 5 м.

Высажено 706 привитых саженцев кедра корейского вегетативного потомства 19 клонов Хорской популяции. Для обеспечения генетического разнообразия будущих семян и снижения опасности инбридинга, клоны были расположены по принципу случайного смешения. Для защиты от возможного опыления соседними деревьями и насаждениями той же породы, плантация была изолирована посадкой полосы лиственницы даурской, одновременно выполняющей и противопожарную функцию. Лиственница даурская одна из наиболее пожароустойчивых дальневосточных древесных пород.

В качестве посадочного материала использовались саженцы кедра корейского, выращенные в теплице Хехцирского лесхоза по следующей технологии. Двух-трехлетние сеянцы, выращенные из семян, собранных в пределах Амуро-Уссурийского лесосеменного района, помещали в полиэтиленовые пакеты объемом до 2 литров, заполненные специально приготовленным почвенным субстратом и доращивались в теплице в течение 1-2х лет. Они служили подвоем. Для привоя были заготовлены побеги первого и второго порядка длиной 20-30 см с деревьев лучших селекционных категорий, отобранных по фенотипу. Из побегов нарезались черенки длиной 4-8 см, которые в опыте прививались различными способами: врасщеп, вприклад (сердцевиной на камбий, сердцевиной на сердцевину, камбием на камбий, сердцевиной на камбий с карманом). Наиболее приемлемым оказался способ – врасщеп.

Использование посадочного материала с закрытой корневой системой (при посадке полиэтиленовые пакеты удалялись) и прижившимися прививками позволили удлинить сроки посадки и получить высокую приживаемость растений на плантации.

Уход за плантацией заключался в ручной прополке вокруг саженцев, дисковании междурядий и периодической обрезке подвоев.

Обследования сохранности и состояния опытного объекта сотрудниками ДальНИИЛХ (Гиндулина Н.В., Никитенко Е.А., Гуль Л.П.) были проведены в 1997, 1999, 2001, 2006 и 2010 гг. Установлено, что привитые саженцы начинают формировать мужские и женские стробилы с 6-8 лет и к 20 годам дают хорошие урожаи. Так в 1997 году на плантации было учтено около 400 шишек и более 1100 штук озими. В 2006 (урожайном) году высота привитых растений (по клонам) составляла от 2,7 до 3,6 м, средняя протяженность кроны от 2,0 до 2,8 м, среднее количество шишек на 1 дерево – 14,3 шт, максимальное – 64 штуки.

Урожай по данным Никитенко Е.А. (2010 г) в пересчете на 100% сохранность составил 290 кг на гектар. Это высокая урожайность. По материалам исследователей ДальНИИЛХ урожай наиболее продуктивных естественных кедровников в возрасте 101-300 лет при полноте 0,8-1,0 и среднем балле семеношения составляет немного более 100 кг на гектар.

Проведенные опыты по созданию прививочных лесосеменных плантаций, в ареале естественного распространения кедра корейского давшие положительные результаты, показали необходимость, эффективность и целесообразность их закладки.

К сожалению, Хехцирский лесхоз, служивший опытной базой ДальНИИЛХ в периоды с 1941 по 1951 и с 1960 по 2005 гг., с августа 2005 г передан в ведение Хабаровского Управления лесного хозяйства. Опытная лесосеменная кедровая плантация – ценный объект для научных исследований и сохранения генетических ресурсов кедра корейского, сейчас не охраняется и не сохраняется. В урожайные годы недозревшие шишки варварски заготавливаются посторонними лицами, часто растения выкапываются. Есть большая вероятность того, что как селекционный объект она будет утрачена.

Вместе с тем при рациональном (хозяйственном) отношении к созданным опытным объектам, они могут служить основой для лесосеменных плантаций на генетико-селекционной основе. А с учетом опытов создания кедросадов сибирского кедра, возможна закладка таких садов кедра корейского для заготовки орехов – ценнейшего продукта дальневосточных кедровников.

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕМЯН ЛИСТВЕННИЦЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ ПО РАЗМЕРУ И УДЕЛЬНОМУ ВЕСУ

Гупал В.В.
Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н.Высоцкого, Украина viktoriyagupal@gmail.com

Для выращивания сеянцев и саженцев лиственницы высокого качества необходимы хорошие семена и правильная агротехника с учетом биологических особенностей этой породы. Одним из важных элементов технологии выращивания посадочного материала является предпосевная подготовка семян, которая способствует ускорению биохимических и физиологических процессов, повышению всхожести семян, уменьшению сроков прорастания, увеличению энергии роста всходов. Существуют два способа подготовки семенного материала: удаление недоброкачественных семян, а также контроль и улучшение условий, влияющих на жизнедеятельность качественных семян. В связи с природной низкой всхожестью семян лиственницы европейской, а также дефицитностью семенного материала, одним из важных вопросов является экономное использование семян. Поэтому исследования, связанные с вопросом изучения показателей посевных качеств семян, очень актуальны.

Целью наших исследований было определение закономерностей распределения семян лиственницы европейской по размеру и плотности и выявление влияния этих факторов на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян.

Разделение семян на фракции по размеру (таблица 1) способствовало увеличению энергии прорастания в пределах двух фракций наиболее крупных семян: у фракции размером более 3,0 мм она превысила контроль на 23%, у фракции размером от 2,5 до 3,0 мм – на 6%. Хотя разница этих показателей с контролем оказалась несущественной. Энергия прорастания меньших по размеру фракций (от 2,0 до 2,5 мм и менее 2,0 мм) оказалась ниже, чем на контроле.

Таблица 1 – Энергия прорастания и всхожесть семян лиственницы европейской при их разделении по размеру

Фракции по размеру, мм	Масса 1000 шт. семян	Энергия прорастания		Лабораторная всхожесть	
		M±m, %	$t_ф$	M±m, %	$t_ф$
Более 3,0 мм	7,31	19,5±1,45	1,91	32,3±1,04	6,05
От 2,5 до 3,0 мм	6,89	16,9±1,05	0,63	28,8±1,43	3,33
От 2,0 до 2,5 мм	6,53	13,7±0,73	-1,57	19,1±0,72	-4,57
Менее 2,0 мм	4,54	12,5±1,04	-2,14	16,8±1,09	-7,08
Контроль (без разделения)	6,49	15,9±1,20	-	22,5±1,24	-
Примечание: t_{st}=1,98 (P=0,95); t_{st}=2,62 (P=0,99).					

Лабораторная всхожесть увеличилась у более крупных семян: во фракции более 3,0 мм она была выше контроля на 44%, а у фракции семян размером от 2,5 до 3,0 мм этот показатель превышал контроль на 28%. Показатели лабораторной всхожести фракций более мелких семян оказались меньше контроля.

Таким образом, можно утверждать, что с уменьшением размера семян уменьшается масса 1000 шт., их энергия прорастания и лабораторная всхожесть.

Благодаря разделению семян по размеру удается несколько увеличить энергию прорастания семян лиственницы во фракциях крупных семян по сравнению с некалиброванными семенами (контроль). Относительно лабораторной всхожести можно сказать, что во фракциях с крупными семенами она достоверно превышает, а у мелких семян – существенно меньше, чем на контроле (P=0,01).

По результатам однофакторного дисперсионного анализа можно отметить, что распределение семян на фракции по размерам имеет силу влияния на энергию прорастания 78%, разница достоверна на высоком уровне значимости (F=13,5; P=0,95, P=0,99).

Сила влияния распределения семян по размеру на лабораторную всхожесть еще больше и равна 93%. Достоверность определяется на очень высоких уровнях значимости (F=48,9; P=0,95, P=0,99).

У семян, которые были разделены методом флотации по плотности на две группы: до 1,0 г/см^3 и более 1,0 г/см^3 (таблица 2), обнаружено, что показатели энергии роста и лабораторной всхожести существенно отличались. Наименьшее значение этих показателей было у семян фракции с меньшей плотностью, соответственно они были на 90 и 82% ниже, чем на контроле. А у более плотных семян показатели качества существенно увеличились по сравнению с контролем и превышали его в 2,2 раза. Достоверность разниц была подтверждена на очень высоком уровне значимости (P=0,001), что свидетельствует о важном значении распределения семян по плотности в воде при предпосевной подготовке.

Таблица 2 – Энергия прорастания и всхожесть семян лиственницы европейской при разной плотности

Франции семян	Энергия прорастания		Лабораторная всхожесть	
	M±m, %	$t_ф$	M±m, %	$t_ф$
до 1 г/см^3	1,4±0,18	-11,95	2,6±0,13	-15,96
больше 1 г/см^3	34,5±1,51	9,62	48,7±1,48	13,55
контроль	15,9±1,20	-	22,5±1,24	-
Примечание: t_{st}=1,98 (P=0,95); t_{st}=2,62 (P=0,99).				

Следует отметить, что рассмотренные фракции семян отличаются по весовым показателям: масса 1000 семян, которые остались на поверхности составляет 2,5 г, а тех, что утонули, - 7,2 г (т.е. на треть тяжелее). Процент семян со сниженной жизнеспособностью оказался очень высоким: по количеству семян – 58,2%, по массе – 50,4%, т.е. практически половина семян имеет сниженную жизнеспособность и очень низкую (2,6%) лабораторную всхожесть.

Однофакторный дисперсионный анализ полученных данных указывает на то, что распределение семян по плотности в воде имеет огромное влияние как по показателям энергии роста (F=219,7; P=0,95, P=0,99; η^2=0,98), так и по показателям лабораторной всхожести семян лиственницы европейской (F=426; P=0,95, P=0,99; η^2=0,99).

Проведенная калибровка семян в пределах групп плотности на фракции свидетельствует о том, что более тяжелые семена имеют более высокие показатели энергии прорастания и лабораторной всхожести (таблица 3). При этом, посевные качества семян увеличиваются с их размерами. Так, в пределах фракции плотностью до 1,0 г/см^3 самые мелкие семена оказались невсхожими. Более крупные семена (от 2,0 до 2,5 и от 2,5 до 3,0 мм) имели лабораторную всхожесть 1 и 2%, а энергию прорастания 2,4 и 2,8% соответственно. Самые крупные семена имели лабораторную всхожесть 1,1%. Качественные показатели семян существенно отличались от контрольных: достоверность разниц доказана на 0,1%-м уровне значимости. Независимо от размера, фракции семян меньшей плотности содержали от 71 до 87% пустых семян, а процент здоровых семян равнялся 1-12%.

У более тяжелых семян (плотность более 1,0 г/см^3) показатели качества семян существенно отличаются от семян меньшей плотности. Также во всех вариантах распределения по размеру (за исключением наименьшей фракции), показатели энергии прорастания и лабораторной всхожести семян существенно превышают контроль: эта разница достоверна на 0,1%-ом уровне значимости. По категориям состояния семена

большей плотности также отличались от контроля: содержание здоровых семян равнялось 81-88%, пустых семян в этой фракции не было.

Таблица 3 – Энергия прорастания и всхожесть семян лиственницы европейской в зависимости от их плотности и размеров

Фракции	Энергия прорастания, %		Лабораторная всхожесть, %		Категории состояния, %		
	M±m	t	M±m	t	здоровые	гнилые	пустые
Контроль (без распределения на фракции)	15,9±1,20	-	22,5±1,24	-	46	16	38
Плотность до 1,0 г/см^3							
До 2,0 мм	0	-13,25	0	-18,15	1	12	87
От 2,0 до 2,5 мм	1,0±0,17	-12,28	2,4±0,08	-16,16	9	18	73
От 2,5 до 3,0 мм	2,0±0,14	-11,49	2,8±0,1	-15,81	12	17	71
Больше 3,0 мм	0	-13,25	1,1±0,09	-17,21	2	18	80
Плотность больше 1,0 г/см^3							
До 2,0 мм	16,8±0,80	0,62	22,1±1,01	-0,25	81	19	0
От 2,0 до 2,5 мм	26,4±1,07	6,54	41,7±1,14	11,39	85	15	0
От 2,5 до 3,0 мм	32,9±0,71	12,21	56,4±0,99	21,34	86	14	0
Больше 3,0 мм	38,1±0,93	14,61	63,2±1,52	20,76	88	12	0
Примечание: t_{st}=1,98 (P=0,95); t_{st}=2,62 (P=0,99).							

Дисперсионный анализ полученных данных показал, что распределение семян по плотности достоверно влияет на энергию прорастания и лабораторную всхожесть как на 5%-ом, так и на 1%-ом уровне значимости, т.е. сила влияния удельного веса на эти показатели статистически достоверна. Сила влияния этого фактора достаточно велика - 63 и 68% соответственно. Кроме того, распределение семян по плотности достоверно повиляло на качество семян (процентное содержание в партиях здоровых и пустых семян). Сила влияния удельного веса на качественное распределение семян 79 и 78% соответственно.

Распределение семян по размеру также имеет достоверное влияние на показатели энергии прорастания и лабораторной всхожести на 5%-ом и 1%-ом уровнях значимости. Сила влияния такого распределения семян ниже, чем сила влияния удельного веса, и составляет 11% для энергии прорастания и 7,5% для всхожести. Распределение семян по размеру не влияло на процентное соотношение здоровых, гнилых и пустых семян.

Совместное действие двух факторов – размера и плотности семян – существенно для показателей энергии прорастания и лабораторной всхожести семян на 1%-ом уровне значимости. При этом и сила совместного влияния двух факторов достаточно высока (25 и 24% соответственно).

Совместное действие этих факторов существенно, также и для распределения семян по качественным показателям, но уже на 5%-ом уровне значимости. Сила влияния разделения здоровых и пустых семян составляет по 20%, а сгнивших семян – 43%.

Проведенные опыты показали, что распределение семян на фракции по размеру и плотности является эффективным, существенно увеличивая посевные качества семян лиственницы европейской.

РОСТ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Даниленко О.Н.[1], Гупал В.В.[2], Мостепанюк А.А.[1]
[1]ГП «Харьковская лесная научно-исследовательская станция», Украина
dandik86@gmail.com
[2]Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого, Украина

Создание лесных культур посадочным материалом с закрытой корневой системой признано наиболее эффективным способом лесовосстановления, в первую очередь на площадях с неблагоприятными условиями для природного возобновления хозяйственно-ценных древесных пород. Конечно, это не самый дешевый способ лесовосстановления, зато использование такого вида посадочного материала имеет ряд преимуществ:

- благодаря точечному высеванию семян их расход уменьшается в 2,5-3 раза по сравнению с обычными технологиями;
- создание лесных культур, их дополнение, закладку лесосеменных плантаций и других лесокультурных объектов можно проводить на протяжении всего вегетационного периода, а не ограничиваться 2-3 неделями весенней лесокультурной кампании;
- приживаемость насаждений, созданных посадочным материалом с закрытой корневой системой, достигает 95-100%. При посадке таких сеянцев в грунт не повреждаются корневые системы, что обеспечивает развитие растений на начальном этапе роста.

Целью наших исследований было изучение приживаемости и роста лесных культур на начальных этапах развития в зависимости от вида посадочного материала.

Опытные лесные культуры были заложены в ГП «Харьковская ЛНИС», Липецком лесничестве, квартал 125, выдел 26, площадь 2,4 га, тип лесорастительных условий – B_2 на срубе 2015 года. Посадка лесных культур осуществлялась осенью 2015 года однолетними сеянцами сосны обыкновенной с закрытой корневой системой (1,8 га) и весной 2016 года посадочным материалом с открытой корневой системой (0,6 га).

Сеянцы с закрытой корневой системой выращивали по технологии, разработанной учеными УкрНИИЛХА в открытом грунте с поливом. При выращивании сеянцев сосны обыкновенной использовали индивидуальные контейнеры цилиндрической формы, изготовленные из агроволокна толщиной 19 мкн. Размер контейнера: высота – 25 см, диаметр – 6 см, объем – 706 $см^3$. Состав субстрата – почва (смесь хорошо гумусированной темно-серой среднесуглинистой почвы и супесчаной почвы в соотношении 1:1) с торфом переходного типа и перегноем-сыпцом в соотношении по объёму 3:1:0,25. Почву для приготовления субстрата просеивали через сито с ячейками 2×2 см, субстрат готовили путем перемешивания ингредиентов в бетономешалке. Заполняли контейнеры субстратом вручную, уплотняли, чтобы предотвратить повреждение корней при транспортировке и существенного уменьшения высоты кома в процессе выращивания сеянцев.

Для весенней посадки использовали сеянцы, выращенные в теплице, по стандартной общепринятой схеме.

В конце третьего года выращивания (2018 год) лесные культуры сосны обыкновенной, созданные посадочным материалом с закрытой коревой системой, имели следующие биометрические показатели: высота – 77,8 см, прирост по высоте – 33,2 см, диаметр корневой шейки 14,6 мм (таблица 1). Лесные культуры, созданные посадочным материалом с открытой корневой системой, имели следующие параметры: высота – 60,6 см, прирост в высоту – 27,5 см, диаметр корневой шейки – 12,6 мм. Статистическая обработка данных подтвердила достоверное ($Tf \geq Tt$) преимущество средних биометрических показателей растений в культурах, созданных сеянцами с закрытой корневой системой: по высоте на 28%, по приросту – на 21%, по диаметру корневой шейки – на 16%.

Также следует отметить, что сохранность на третий год создания культур при использовании сеянцев с закрытой корневой системой составила 92%, а при посадке сеянцев с открытой корневой системой – 76%.

Таблица 1 - Средние биометрические показатели сосны обыкновенной в культурах, созданных посадочным материалом с открытой и закрытой корневыми системами

Вариант опыта	Высота, см			Прирост, см			Диаметр, мм		
	M±m	f	%	M±m	f	%	M±m	f	%
ОКС, 2,5×0,7 м	60,6±1,55		100	27,5±0,90		100	12,6±0,35		100
ЗКС, 2,5×1,0 м	77,8±1,65	7,60	128	33,2±0,83	4,63	121	14,6±0,31	4,23	116
Примечание: $t_{0,01}$= 2,63, $t_{0.05}$= 1,98.									

Следует отметить, что у сосен с закрытой корневой системой сформировалась мощная корневая система (рисунок 1), состоящая из развитого стержневого корня и нескольких боковых, а также системы мелких всасывающих корешков, обеспечивающих снабжение растений питательными веществами и влагой. У растений с открытой корневой системой корни сформировались в одной плоскости в результате прижимания мечом Колесова и уплотнения почвы при посадке.

Рисунок 1 - Корневая система сосны в лесных культурах, созданных в 2015-2016 гг. Слева – с закрытой корневой системой, справа – с открытой

Полученные данные говорят о том, что использование посадочного материала с закрытой корневой системой может ускорить сроки смыкания культур и перевода их в покрытые лесом площади.

ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РУБОК УХОДА В СУХИХ СОСНЯКАХ КАЗАХСКОГО МЕЛКОСОПОЧНИКА

Данчева А.В.[1], Залесов С.В.[2]
[1]Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Казахстан a.dancheva@mail.ru
[2]Уральский государственный лесотехнический университет, Россия

Теоретическое обоснование рубок ухода связано с такими сложными вопросами, как устойчивость и адаптация лесной экосистемы, особенностями взаимоотношений между растениями, механизмы конкуренции, ее оценка и др. [1-2]. Залогом лесоводственной обоснованности и экономической эффективности рубок ухода служит научно обоснованный подход к режиму их проведения, для оценки точности которых, нужны эксперименты большой длительности.

Анализ влияния рубок ухода (РУ) на таксационные показатели древостоев проведен по данным за 67-летний период в сухих сосняках (группа типов леса C_2) Казахского мелкосопочника (на примере ГНПП «Бурабай») на опытном участке (ОУ) №2, заложенном А.А. Вейсманом в 1949 году и продолженном в 1960 г А.А. Макаренко.

В ходе анализа данных использована следующая классификация интенсивности изреживания: слабая – до 15%, умеренная – 16-25% по запасу [3]. За период с 1949 по 2000 на соответствующих секциях ОУ №2 проведены 5 приемов РУ по низовому методу.

Объекты представлены чистыми по составу одновозрастными сосняками VI класса возраста. Класс бонитета– V-V^a. Древостои на всех секциях являются высокополнотными. Почвы в сухих сосняках относятся к слабо каменистой дресвянистой супеси, подтипу подзолистых почв. ЖНП развит слабо, общее проективное покрытие составляет 0,3-0,4.

Основные таксационные показатели исследуемых сосняков представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Средние значения таксационных показателей сухих сосняков ГНПП «Бурабай» в зависимости от интенсивности изреживания

Показатели		Контроль	Слабая интенсивность изреживания	Умеренная интенсивность изреживания
Диаметр, см		11,8±0,3	13,5±0,3	14,6±0,3
Высота, м		12,7±0,5	13,5±0,2	14,2±0,4
Полнота	абсолютная, м²	40,9±1,8	36,1±1,5	36,2±1,6
	относительная	1,3±0,04	1,1±0,04	1,1±0,05
Густота произрастания, экз./га		3811,4±210,2	2533,5±123,9	2179,6±103,5
в том числе сухостоя, экз./га		584,8±61,0	96,9±12,0	72,1±10,3
Запас, м³/га		280,3±17,9	248,8±11,8	259,5±13,7
в том числе сухостой, м³/га		11,1±1,6	3,5±0,6	2,7±0,6
Отпад, экз./га		577,8±50,0	43,9±11,1	28,6±7,9
Ветровал, экз./га		278,9±42,1	166,0±30,4	251,0±46,4

В ходе анализа все мертвые деревья условно подразделялись на 3 группы: сухостой, ветровал и отпад. В сухостой включены стоящие отмершие деревья. К ветровалу поваленные ветром «неотработанные» вредителями деревья (свежий ветровал). Группу отпада составили лежащие на поверхности почвы «отработанные» вредителями деревья (старый бурелом и ветровал).

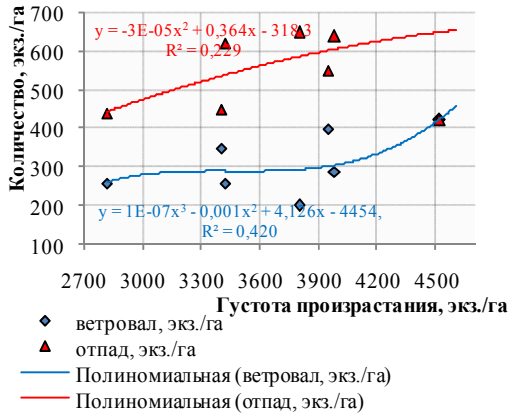
В результате проведенных исследований установлено, что на секциях со слабой интенсивностью изреживания диаметр и высота древостоя увеличиваются на 13 и 16%, на секциях с умеренной интенсивностью изреживания – на 16 и 11% соответственно в

сравнении с контролем (таблица 1). Полученные различия статистически достоверны при сравнении диаметра при слабой и умеренной интенсивности изреживания, а также высоты при умеренной интенсивности изреживания с контролем ($t_{факт}$=2,3-6,6 при $t_{0,05}$=2,08-2,11) и статистически не достоверны при сравнении высоты древостоя между контролем и участками со слабой интенсивностью изреживания ($t_{факт}$=1,6 при $t_{0,05}$=2,11). Увеличение среднего диаметра и высоты древостоев происходит, в основном, за счет удаления отставших в росте и развитии деревьев низших классов Крафта.

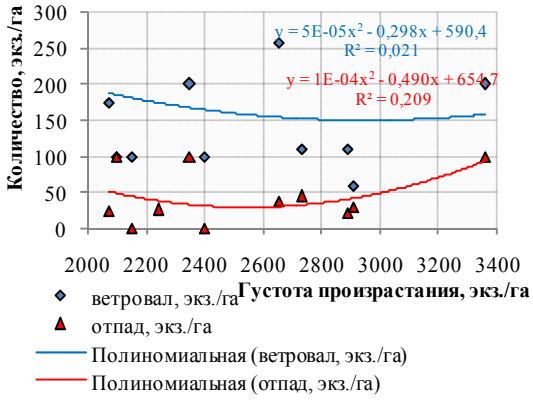
Установлено, что на контрольных секциях густота произрастания колеблется в пределах 3400-4600 экз./га и превышает нормативные ее значения (2161-2372 экз./га) для соответствующего возраста и класса бонитета [4] в 1,4-1,9 раза или на 33-90%. На большинстве участков с проведенными рубками после 5 приемов ухода рассматриваемый показатель, в среднем, в 1,1-1,2 раза превышает нормативные ее значения. Полнота древостоев на контроле составляет 1,1-1,5, на участках, пройденных рубками ухода – 0,9-1,3. Ранее проведенными исследованиями (1960-1961 гг.), установлен факт превышения густоты древостоев на 25% по сравнению с данными таблиц хода роста. Полученные нами результаты также дают основание характеризовать исследуемые сосняки сухих условий произрастания ГНПП «Бурабай» как загущенные.

Не менее важным показателем пожароустойчивости, наряду с диаметром древостоя и густотой его произрастания и, с рекреационной точки зрения, степени привлекательности насаждения является наличие в нем сухостойных, ветровальных деревьев и отпада, и их количественные показатели.

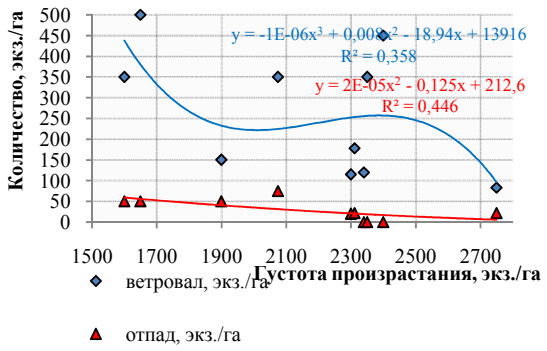
На участках, пройденных рубками слабой и умеренной интенсивности, отмечается снижение количества отпада в 13-20 раз и ветровальных деревьев – в 1,1-1,7 раза в сравнении с контролем (рисунок 1).



а) контроль



б) слабая интенсивность изреживания



в) умеренная интенсивность изреживания

Рисунок 1 – Взаимосвязь густоты произрастания с количеством ветровальных деревьев и отпадом в сухих сосняках ГНПП «Бурабай»

Анализ взаимосвязи количества ветровальных деревьев и отпада с густотой произрастания на секциях с различной интенсивностью изреживания показывает отсутствие четких зависимостей (R^2=0,02-0,45).

Выполненные исследования свидетельствуют, что в загущенных сосняках сухих условий произрастания на рабочих секциях с проведенными рубками ухода слабой и умеренной интенсивности изреживания через 67 лет запас древостоев на 7-12% ниже, чем на контроле, следовательно, рубки ухода в сосновых лесах Казахстана выполняют задачу не выращивания дополнительной древесины, а повышение рекреационной и противопожарной устойчивости.

На основании представленных данных и по результатам ранее проведенных нами исследований можно сделать следующие выводы.

Установленный, в ходе анализа данных за 55-летний период, факт загущенности сосновых древостоев ГНПП «Бурабай» сухих условий произрастания на контрольных секциях, а также высокие значения полноты древостоев (0,9-1,1) после проведения 4-5 приемов ухода слабой и умеренной интенсивности свидетельствуют о необходимости разработки региональных стандартных таблиц.

В сухих загущенных сосновых насаждениях естественного происхождения рекомендуется проведение 1-2 приемов ухода. Первый прием рубок ухода рекомендуется проводить в возрасте 20-25 лет сильной интенсивности изреживания (26-35% по запасу) по низовому методу с удалением из древостоя всех мелких деревьев. Второй прием следует проводить в возрасте 40-50 лет сильной интенсивности изреживания (26-35% по запасу) по низовому методу со снижением относительной полноты древостоя до 0,7-0,8 с последующим проведением в них только санитарных рубок в сочетании с уходом за подростом. При этом загущенными следует считать древостои, густота произрастания которых более чем на 25% превышает нормативные ее значения в соответствующем возрасте и классе бонитета в таблицах хода роста.

Список использованных источников:

1. Крюк В.И., Магасумова А.Г., Пульников А.П., Залесова Е.С. Лесоводственная эффективность рубок ухода в сосняках национального природного парка «Припышминские боры». Аграрный вестник Урала. – 2009. – №8(62). – С. 103-105.

2. Залесов С.В., Данчева А.В., Муканов Б.М., Эбель А.В., Эбель Е.И. Роль рубок ухода в повышении пожароустойчивости сосняков Казахского мелкосопочника. Аграрный вестник Урала. – 2016. - №6(112). – С. 64-67.

3. Макаренко А.А., Муканов Б.М. Рубки ухода в сосняках Казахстана - Алматы: Бастау, 2002. - 219 с.

4. Нормативы для таксации лесов Казахстана. Часть I. Книга II. – Алма-Ата: Кайнар, 1987. – 321 с.

СУТОЧНАЯ МИТОТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Донец Е.В., Бокбаева С.А.
Омский государственный педагогический университет, Россия donez-ev@mail.ru

Изучение ритмичности клеточных делений у растений представляет значительный интерес, так как остается не решенным вопрос об особенностях данного признака у различных видов и механизмах, его определяющих [1]. Для изучения митоза является определение суточной митотической активности (МА) как важнейшей цитологической характеристики вида, которая проявляется в виде периодических подъемов и спадов клеточных делений. С практической точки зрения это важно для установления пиков МА как оптимальных сроков фиксации материала при изучении цитологии митоза [2].

Ритмы митотической активности в меристеме высших растений зависят от ряда факторов, важнейшими из которых являются климатические условия. Кроме того, известно, что на процесс митотического деления оказывают влияние стрессоры техногенного характера [3]. При этом пики митотической активности могут достигаться за счет клеток, находящихся на разных стадиях деления (про-, мета-, ана- либо телофазы).

Фиксацию материала - корешков проростков семян сосны обыкновенной от свободного опыления - проводили в 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 и 22 часа (по весеннему времени). Приготовление препаратов для цитогенетических исследований проводилось по общепринятым методикам [4-6].

Митотический индекс (МИ), т.е. показатель делящихся клеток, в течение суток варьировал от 80,45 до 88,39%. Максимальные значения были отмечены в 10, 18 и 20 ч - они составили 85,64%, 85,3% и 88,39% соответственно. Эти часы явились пиками общей митотической активности. В остальное время варьирование результатов было незначительное - от 80,45 до 68,64%, т.е. интенсивность клеточных делений оставалась примерно на одном уровне. В 8, 14 и 22 ч показатели митотической активности были минимальны и составили 63,19%, 26,59% и 53,9% соответственно. Это связано, вероятно, с тем, что в утренние часы организм готовится к делению, в вечерние - уже замедляет его. Следует отметить, что в утренние часы высокие значения достигаются, как правило, за счет стадий метафазы, анафазы и телофазы, а в вечерние - за счет профазы. Большое значение, как указывалось выше, имеет процентное соотношение клеток, находящихся в различных фазах клеточного деления. Кроме того, известно, что цитологические нарушения митоза выявляются, как правило, начиная со стадии формирования веретена деления, т.е. поздней профазы и метафазы, что важно при использовании МИ в цитогенетическом мониторинге какой-либо территории [1]. Поэтому для более точной характеристики показателя МА мы посчитали целесообразным исключить из митотического индекса стадию профазы.

На рисунке 1 представлена сравнительная характеристика динамики митотического индекса в течение суток с учетом и без учета стадии профазы.

В утренний пик, т.е. в 10 ч, увеличение митотической активности происходило за счет увеличения числа клеток в стадиях метафазы, анафазы и телофазы. Их суммарное количество было максимальным и составило 18,56% от общего числа клеток. В остальные часы фиксации МИ без учета профазы оставался приблизительно на одном уровне, варьируя от 8,77 до 14,5%. Вечерний же пик - в 18 и 20 ч - был обусловлен увеличением доли профаз. При этом доля клеток на других стадиях митоза по-прежнему оставалась на относительно низком уровне. При изучении ритма суточной митотической активности у березы повислой в условиях Алтайского края оптимальным сроком фиксации материала для цитологического анализа митоза меристематических тканей было установлено утреннее время в районе 9 часов [7].

Таким образом, в наших исследованиях оптимальным сроком фиксации материала для цитологического анализа митоза меристематических тканей сосны обыкновенной оказалось время в пределах - 10 часов утра.

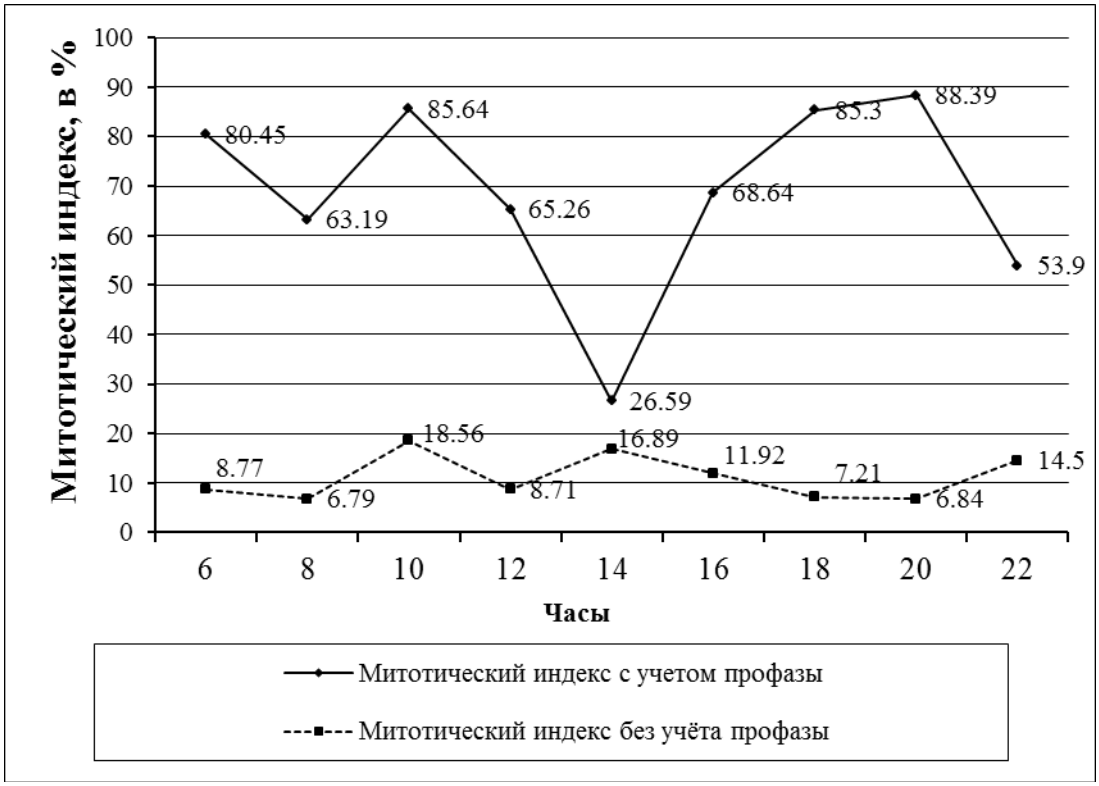


Рисунок 1 - Динамика митотического индекса в течение суток с учетом и без учета стадии профазы

Список использованных источников:

1. Гриф В.Г., Мачс Э.М. Ритмы митотической активности и клеточные циклы в меристемах растений. Цитология. - 1994. - Т. 36. №11. - С. 1069-1080.

2. Буторина А.К., До Ньы Тиен. Ритмы суточной митотической активности у золотистой фасоли. Цитология. -2008. - Т. 50, №2. - С. 729-733.

3. Вострикова Т.В., Девятова Т.А. Суточная ритмика некоторых цитогенетических показателей у березы повислой. Кариология и молекулярная систематика. - 2009. - №6. - С. 19-21.

4. Буторина А.К., Калаев В.Н., Вострикова Т.В и др. Цитогенетическая характеристика семенного потомства некоторых видов древесных растений в условиях антропогенного загрязнения г. Воронежа. Цитология. – 2000. – Т. 42, №2. – С. 196–201.

5. Калашник Н.А. Хромосомные нарушения как индикатор оценки степени техногенного воздействия на хвойные насаждения. Экология. – 2008. – №4. – С. 276-286.

6. Донец Е.В., Скоридова Я.С. Современные методы проведения цитогенетического мониторинга хвойных видов древесных растений в условиях техногенного загрязнения. Естественные науки и экология: межвузовский сборник научных трудов. Ежегодник. Вып.21 / отв. ред. И.И. Богданов. - Омск: Изд-во ОмГПУ, 2017. – С.38-42.

7. Хлебова Л.П, Ерещенко О.В. Ритмы суточной митотической активности у березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в условиях Алтайского края. Известия Алтайского государственного университета. - 2014. - №3-1(83). – С.100-104.

ҚАРА СЕКСЕУІЛ ТҰҚЫМДЫҚ АЛҚА АҒАШТАРЫНЫҢ ЗИЯНКЕСТЕРІНЕ ИНСЕКТИЦИДТЕРДІҢ ӘСЕРІ

Досманбетов Д.А., Ахметов Р.С., Майсупова Б.Ж., Нугманов Д.К., Дукенов Ж.С., Бектурганов А.Н.
Алматы филиалы ЖШС «Қазақ орман шаруашылығы және агроорманмелиорациясы ғылыми зерттеу институты», Қазақстан los-almaty@mail.ru

Шөлді аймақтың табиғатын жүйесіз қолданудың арқасында, сексеуіл ағаштарын жаппай кесіп отын мақсатында пайдалану, малды жүйесіз жайу сондайақ экологиялық өзгерістердің (құрғақшылықтың жиі қайталануы, климаттың өзгеруі) әсерінен сексеуіл алқаптары азайып шөлге айналу үрдісі қарқынды жүруде. Осы үрдісті тоқтату үшін, шөл аймағындағы өсімдіктер қауымдастығының биоалуантүрлілігін сақтау керек және бұл жұмыс көптеген мәселелерді шешуді қажет етеді. Шөл өсімдіктерінің ең маңызды қауымдастықтарының бірі жайылым өсімдіктері (бозжусай, изен, теріскен, күйреуік, жүзгін т.б.) және сексеуіл ағашы. Ол Қазақстанның жалпы орман қорының 52%-ын құрайды [1]. Атап айтқанда республикамыздың 6,1 млн. га жерін сексеуіл алқаптары алып жатыр. Соның ішінде қара сексеуіл 4,4 млн. га жерді, ақ сексеуіл 1,7 млн. га жерді жәнеде қалған бірнеше мың гектар жерді Зайсан сексеуілі алып жатыр [2].

Көптеген авторлардың жүргізілген ғылыми зертеулерінде сексеуілдің зиянкес-бөжектерінің түр құрамы, таралуы, жапай көбейуі мен зиянкестілігі туралы біршама мәліметтер келтірілген және сексеуіл мен табиғи жайылым өсімдіктерін зиянкестерден қорғау мәселесі көтерілген [3-4].

Ғылыми зерттеу жұмыстары «Бақанас орман шаруашылығы» коммуналдық мемлекеттік мекемесінің Қарой орманшылығында жүргізілді. Тәжірибеде сынақтан өткен қара сексеуілдердің зиянкестермен зақымданған дәрежесін анықтайтын шкалаға [5] сүйене отырып алынған 29 дана 6-8 жас аралығындағы қара сексеуіл тұқымдық ағаштарындағы Галла галлица *(Halodiplosis vernalis* Marik*)* зиянкестері анықталып онымен күресу шаралары жүргізілді (1 сурет). Тәжірибеге алынған қара сексеуіл ағаштарының параметірлеріне тоқталатын болсақ, 6-8 жас аралығында, биктігі 1,4-1,6 м, дің диаметірі 5-6 см.

Сурет 1 - Галла галлица зиянкестерімен күресу кезі

Зиянкестермен зақымданған қара сексеуіл ағаштарын өңдеуге децис препаратының екі концентрациясы қолданылды: 10 л суға 5 мл децистің ерітіндісі және 10 л суға 10 мл

децистің ерітіндісі. Сондайақ 10 л суға 10 мл шерпа ерітіндісінің концентрациясы қолданылыды. Аталған тәжірибе жұмыстары 2018 жылдың жаз айларында жүргізілді.

Қара сексеуілдерді инсектицидтермен өңдеу нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1 – Қара сексеуіл алқа ағаштарындағы Галла галлица зиянкестерге әр-түрлі концентраттағы Децис инсектицидтердің әсері

Қара сексеуіл алқа ағаштарының жасы	Өңделетін қара сексеуіл алқа ағаштарының параметрелері			10 л суға 5 мл децис ерітіндісімен өңдеу				10 л суға 10 мл децис ерітіндісімен өңдеу			
	h, м	тамыр мойнындағы дің диаметрі, см	желек диаметрі, м	өсімдік №	зиянкестің түрі және көптігі,балл	өңдегеннен кейін 30. 07	өңдегеннен кейін 30. 08	өсімдік №	зиянкестің түрі және көптігі,балл	өңдегеннен кейін 30. 07	өңдегеннен кейін 30. 08
6-8	1,4-1,6	5-6	1,4-1,6	1	*аг-5	аг -1	аг -1	14	аг -2	0	0
				2	аг -4	аг -1	аг -1	15	аг -3	0	0
				3	аг -3	0	0	16	аг -2	0	0
				4	аг -4	аг -1	0	17	аг -2	0	0
				5	аг -3	0	0	18	аг -1	0	0
				6	аг -5	аг -1	аг -1	19	аг -4	аг -1	0
				7	аг -3	0	0	20	аг -5	аг -1	аг -1
				8	аг -2	0	0	21	аг -4	0	0
				9	аг -2	0	0	22	аг -1	0	0
				10	аг -2	0	0	23	аг -5	аг -1	аг -1
				11	аг -4	аг -1	0	24	аг -5	0	0
				12	аг -3	0	0	25	аг 3	0	0
				13	аг -4	аг -1	0	26	аг -4	0	0
								27	аг -2	0	0
								28	аг -3	0	0
								29	аг -5	аг -1	0
*әріптік тіркесім - «аг» дегеніміз ақ галла және галла галица, ал дефистен кейінгі сан 6 баллдық шкалаға дейінгі (0-5 балл) зиянкестердің көптігін білдіреді											

1 кестеден көріп отырғанымыздай, тәжірибеге алынған жас қара сексеуіл алқа ағаштары Галла галлица зиякестермен көп зақымданғаны байқалады. 10 л суға 5 мл децис ерітіндісінің концентрациясы қолданылған бірінші участкеде зиянкестер 5 балл болатын 15,4%, 4 балл болатын 30,7%, 3 балл болатын 30,7% және 2 балл болатын 23,1% қара сексеуіл алқа ағаштары есептелінді.

Бір айдан соң (30.07.2018 ж) децис концентрациясын қолданғаннан кейін зақымданған экземплярлардың саны 53,8%-ға азайды, ал қалған 46,1%-да 1 баллдан көп емес Галла галлица зиянкестерді құрады. Аталған жұмыстарды тағы бір айдан кейін зерттеп санағанда Галла галлица зиянкестер 23% құрады.

10 л суға 10 мл децис ерітіндісінің концентрациясы қолданылған екінші участкеде зиянкестер 5 балл болатын 25%, 4 балл болатын 18,8, 3 балл болатын 18,8% және аз зақымданған (1-2 балл болатын) 37,5% қара сексеуіл алқа ағаштары есептелінді. Бір айдан соң (30.07.2018 ж) децис концентрациясының екі еселік көбейтілген мөлшерін қолданғаннан кейін Галла галлица зиянкестермен зақымданған қара сексеуіл алқа ағаштарының саны 25%-ды құрады, ал және бір айдан кейін бұл көрсеткіш 12,5%-ті құрады.

Жасалынған зерттеу жұмыстарын қортындылай келе, аталған децис инсектицидтерін Галла галлица зиянкестерімен күресу үшін кеңінен пайдалануға болатындығы анықталынды.

Қолданылған әдебиеттер тізімі:

1. Токтасынов Ж. Опыт закрепления подвижных песков вокруг населенных мест. Актуальные проблемы устойчивого развития лесного комплекса: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию высшего лесного образования в Казахстане, Алматы, 2018. – С. 169.

2. Сычев А.А., Абишев А.Б. Саксаульники Казахстана- проблемы сохранения и восстановления. Ботанические исследования в Казахском Алтае: сборник материалов международной конференции, посвященной 70-летию Алматинского ботанического сада и 70-летию Катухова Ю.А., Алматы, 2005. – С. 152-156.

3. Tumenbayeva N., Taranov B.T., Grekov D., HarizanovaV. Lepidopteran species (Insecta: Lepidoptera) feeding on saxauls (*Chenopodiaceae: Haloxylon*) in desert areas of South-Eastern Kazakhstan. Jubilee Scientific Conference Traditions and challenges facing agricultural education, science and business, Agricultural University-Plovdiv, Plovdiv, Bulgaria, 2015. - P. 10.

4. Mombaeva B.K., Taranov B.T., Harizanova V.B. Coleopteran species (Insect: Coleoptera), feeding on saxaul (*Amaranthaceae: Haloxylon*) in desert areas of south-eastern Kazakhstan. Jubilee Scientific Conference Traditions and challenges facing agricultural education. Science and business, Agricultural University-Plovdiv, Plovdiv, Bulgaria, 2015. - P. 11-17.

5. Сычев А.А. Особенности выделения и оценки состояния генетико-елекционных объектов саксаула в Казахстане. Леса России в XXI веке: материалы шестой международной научно-технической интернет-конференции, Санкт-Петербург, 2011. – С. 163-168.

ПРИМЕНЕНИЕ КОСМОСНИМКОВ ДЛЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ПЛАНТАЦИОННЫХ СЕЛЕКЦИОННО-СЕМЕНОВОДЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ХВОЙНЫХ ПОРОД

Дубовик Д.С., Тараканов В.В.
ЗСО ИЛ СО РАН - филиал ФИЦ КНЦ СО РАН, Россия dubovik.nsk@gmail.com

По итогам инвентаризации объектов Единого генетико-селекционного комплекса (ЕГСК), осуществленной силами «Рослесозащиты» в 2008 г., в РФ отобрано свыше 36 тыс. плюс-деревьев, потомствами которых создано около 6,7 тыс. га лесосеменных плантаций, 0,9 тыс. га архивно-маточных плантаций и 0,9 тыс. га испытательных культур [1]. Кроме этих объектов, на площади около 1 тыс. га созданы географические культуры, на 205 тыс. га выделены генетические резерваты и на 24,4 тыс. га - плюс-насаждения.

Все эти объекты, число которых по мере реализации соответствующих государственных программ будет неуклонно расти, нуждаются в мониторинге их состояния, оценке хода роста и урожайности. Для сокращения средств на данное мероприятие и для повышения его эффективности в современный период могут использоваться средства дистанционного зондирования Земли.

В этой связи отметим, что к настоящему времени во всём мире более 80% информации о состоянии природной среды получается на основе данных дистанционного зондирования. Использование дистанционного метода дает очевидные преимущества, как в стоимости, так и в скорости получения результата. Кроме того, сами по себе снимки являются неизменным первичным документом, хранящим состояние территории на определенный момент времени [2].

Например, относительно недорогие данные спутников серии Pleades обладают пространственным разрешением 0,5 метра в панхроматическом канале, а также четырьмя спектральными каналами в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне с пространственным разрешением 2 метра. Хвойные деревья хорошо контрастируют как с травяной растительностью, так и с почвами, как в видимом, так и в ближнем инфракрасном диапазоне. По данным с указанными характеристиками уверенно различаются кроны, как взрослых деревьев, так и молодых саженцев, размеры которых сопоставимы с пространственным разрешением. *A priori* мультиспектральные данные дистанционного зондирования с пространственным разрешением 0,5 метра вполне пригодны для верификации площадей лесных объектов и оценки ряда показателей: числа живых и больных (желтеющих и усыхающих) деревьев, расстояний между ними, ширины и сомкнутости крон.

Цель работы заключалась в изучении применимости спутниковых данных Pleades с разрешением 0,5 метра для оценки состояния архивно-маточных (АМП) и лесосеменных плантаций (ЛСП) хвойных пород, произрастающих на территории Елбашинского селекционного питомника ОАО «Бердский лесхоз» в Новосибирской области.

При этом были поставлены задачи:

1) уточнение площадей исследуемых объектов;
2) учет числа живых деревьев основной и дополнительной посадки;
3) учет числа больных деревьев;
4) оценка ширины и сомкнутости крон деревьев.

В границах Елбашинского питомника на площади около 200 га сконцентрированы плантационные объекты ЕГСК всех хвойных пород Новосибирской области - сосны обыкновенной, кедра сибирского, лиственницы сибирской, пихты сибирской и ели сибирской [3]. Отличительной особенностью этих объектов является редкая регулярная посадка деревьев по схемам от 5×8 до 10×10 м. В общей сложности в границах питомника было высажено около 30 тыс. деревьев.

В качестве основного источника пространственной информации использовался фрагмент снимка Pleades 1A, площадью 25 квадратных километров. Снимок полностью

покрывает исследуемую территорию, дата съемки – 17.06.2017, отклонение оси съемки от надира – 15 градусов. Фрагмент снимка был получен в виде набора ортотрансформированых на основе модели SRTM спектральных и панхроматического каналов с заявленной со стороны поставщика точностью планового определения координат, соответствующей масштабу 1:10000.

В программе Erdas Imagine были синтезированы несколько вариантов мультиспектральных изображений с увеличенным за счёт панхроматического канала разрешением, индекс NDVI. При визуальном дешифрировании больше всего использовались два изображения в цветовой модели RGB: в комбинации красного, зеленого и синего каналов («естественные цвета»); и ближнего инфракрасного, красного и зеленого каналов.

При работе с пространственными данными использовались программные продукты QGIS, Erdas Imagine, ГИС «Карта», статистическая обработка осуществлялась в Excel.

Поиск и выделение взрослых деревьев на плантациях с густотой посадки 8 и более метров не вызывает никакого затруднения, они хорошо контрастируют как с травяной растительностью, так и с почвенным покровом. При большей густоте посадки, когда кроны соседних деревьев начинают соприкасаться, отдельные растения опознаются по разделяющим их полоскам теней, отбрасываемых кронами. Более молодые саженцы, имеющие ширину кроны менее 0,5 метра, опознаются в виде регулярно размещённых темных точек.

Помимо учета живых растений, а также фактически используемых площадей, в пределах каждой плантации в процессе дешифрирования была выборочно измерена ширина крон деревьев. Деревья, отличающиеся по цвету от остальных, были помечены, как предположительно больные.

По данным дешифрирования на исходный мультиспектральный снимок Pleades был нанесён векторный слой деревьев. Он был дополнен значениями яркости в каждом канале исходного мультиспектрального изображения (рисунок 1). Затем все данные, включая результаты измерения ширины крон, были экспортированы в формат Excel. Таким образом, получена возможность статистической обработки всех данных (таблица 1) и косвенной оценки отражательных свойств растений.

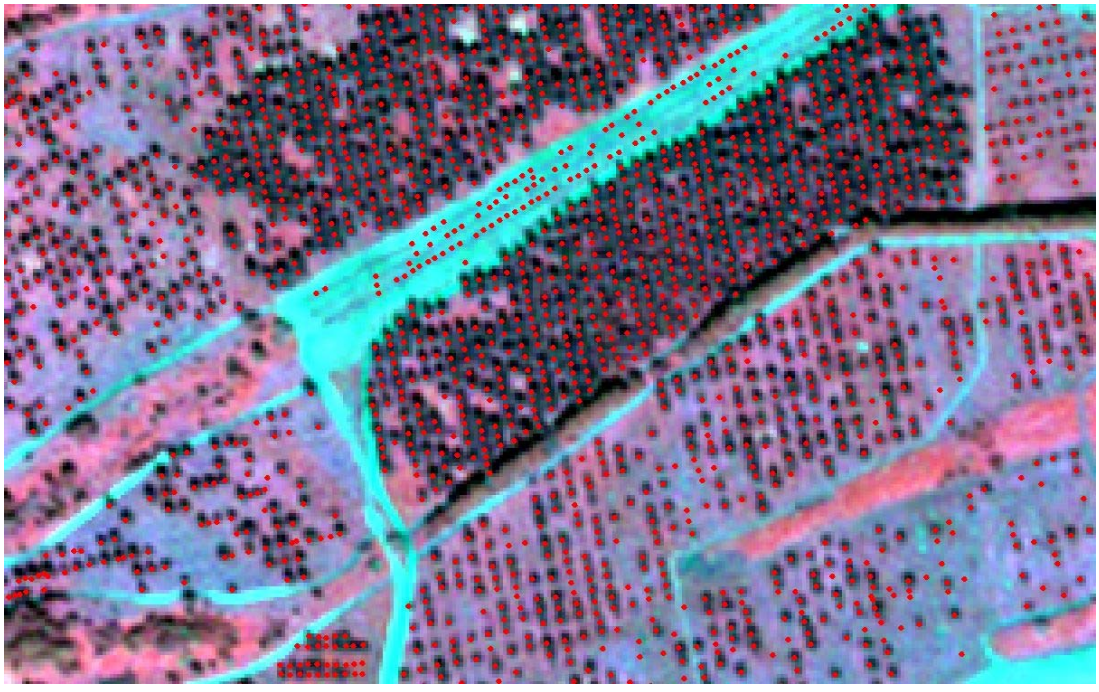


Рисунок 1 - Векторный слой деревьев на фоне фрагмента мультиспектрального снимка Pleades в сочетании 4, 3, 2 каналов, в цветовой модели RGB

В итоге исследований были решены все поставленные задачи.

Общая площадь питомника в пределах ограждения составила 463 га; суммарная площадь всех плантаций – 175 га, сомкнутость крон - около 50%. Полученные данные сопоставлены с данными полевых исследований. Результаты этого анализа представлены в докладе и в статье.

Таблица 1 - Результаты оценки состояния плантационных объектов ЕГСК хвойных пород Елбашиского питомника по данным дистанционного зондирования (фрагмент)

Номер плантации*	Площадь, га	Год посадки*	Число деревьев, шт.	Расстояние между деревьями, м	Ширина кроны, м	Сомкнутость крон, %
10-К-ЛСП	6,41	1984	488	8×10	7,6	61,0
11-К-ЛСП	6,59	1984	732	6×10	6,5	66,7
5-К-МП-1	0,97	1985	45	6×10	5,6	28,0
5-К-МП-2	0,56	1985	29	6×10	5,2	31,2
5-К-МП-3	0,58	1986	25	6×10	6,5	26,0
14-К-ЛСП-1	4,30	1988	418	5×8	6,5	39,0
11-Лц-ЛСП	3,52	1988	616	6×8	8,3	84,0
46-Лц-ПЛСУ	13,00	1979	1325	8×9	9,8	73,5
12-С-ЛСП	2,49	1978	193	8×10	11,0	62,3
13-С-ЛСП	5,35	1979	624	8×8	9,3	74,6
*паспортные данные						

В заключение отметим, что представленные выше результаты дистанционного зондирования имеют не только очевидную практическую, но и научную значимость, поскольку позволяют оценить динамику роста крон в зависимости от густоты насаждений не только разных пород, но и отдельных семей и клонов плюсовых деревьев. В перспективе, при использовании объемных снимков высокого разрешения и соответствующих программ, возможен автоматизированный учет площадей, расстояний между деревьями, густоты насаждений, ширины и сомкнутости крон, а также высоты и диаметра ствола, урожая шишек.

Имея данные дистанционного зондирования на такие уникальные плантационные объекты, можно также оценить особенности отображения разных пород деревьев для повышения эффективности их дифференциации в смешанных насаждениях.

Список использованных источников:

1. Кобельков М.Е. Лесное семеноводство на пороге перемен. Лесная Россия. Лесное семеноводство. - 2008. - №9. - С. 4-8.

2. Хабаров Д.А., Адиев Т.С., Попова О.О., Чугунов В.А., Кожевников В.А. Анализ современных технологий дистанционного зондирования Земли. Московский экономический журнал. - 2019. - №1. - С. 181-190.

3. Болонин И.П., Кулаков В.Е., Роговцев Р.В. Инвентаризация объектов ЕГСК в лесном фонде Новосибирской и Омской областей. Хвойные бореальной зоны. - 2010. - Т. 27. №1-2. - С. 46-49.

ОСОБЕННОСТИ БИОМЕТРИЧЕСКИХ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕМЯН И СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ С РАЗЛИЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ ПРОТИВ КОРНЕВОЙ ГУБКИ

Дышко В.А., Торосова Л.А.
Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого, Украина
valya_dishko@ukr.net, torosovaliliya@ukr.net

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) является одной из главных лесообразующих пород, обладающих широкой экологической устойчивостью. В естественных условиях сосна обычно размножается только семенным путем. Повышение продуктивности и устойчивости сосновых лесов невозможно без использования высококачественного селекционного посадочного материала. Определение качества семян, исследования свойств посадочного материала и степени его адаптивности особенно актуально в условиях глобального потепления и изменения климата.

Данные литературных источников свидетельствуют, что качество семенного материала оценивают, как по морфологическим признакам, так и по весовым характеристикам. Очень важными также являются исследования семян плюсовых и нормальных деревьев. Изучение морфологических и биометрических характеристик посадочного материала дает возможность оценить потенциал его устойчивости и адаптивности в условиях воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды и апробировать методику его ранней диагностики. По результатам исследований ряда ученых было выдвинуто предположение, что окраска и форма семян могут коррелировать с резистентностью сосны. Отдельные данные свидетельствуют, что посадочный материал, выращенный из семян темного цвета, характеризуется большей устойчивостью против фитопатогенов и лучше адаптируется к условиям внешней среды. Другие же ученые, связывают этот признак с устойчивостью несколько в другом ракурсе: по их данным на севере ареала сосны обыкновенной преобладают фенотипы со светлыми семенами, а на юге – с темным. По результатам исследований, проведенных нами ранее, корреляции между окраской и резистентностью не установлены.

Целью нашего исследования было определение качественных и количественных характеристик семян и особенностей развития сеянцев сосны обыкновенной разного состояния в очагах усыхания.

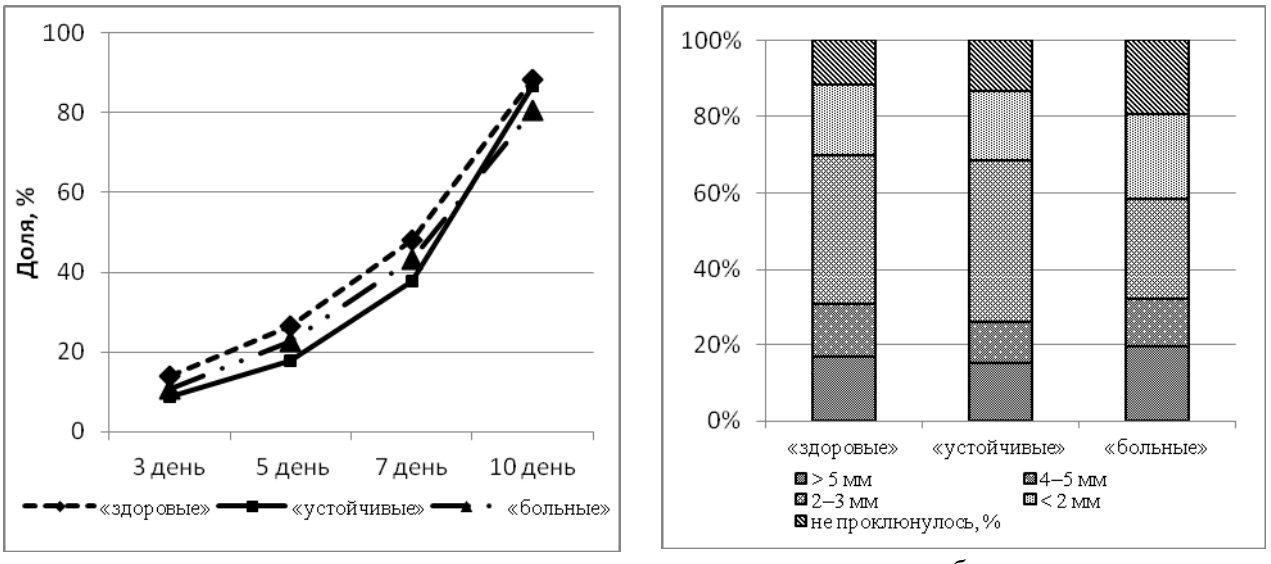
Для сравнения адаптивности и резистентности семенного материала деревьев сосны обыкновенной, которые в очагах усыхания отличаются санитарным состоянием, проанализированы морфологические и биометрические характеристики их семян и сеянцев. На территории Дергачевского лесничества ГП «Харьковская ЛНИС» были отобраны модельные деревья сосны обыкновенной с различным санитарным состоянием. Деревья из очагов усыхания без внешних признаков заболевания считали «устойчивыми» (10 деревьев), деревья с признаками поражения корневой губкой – «больными» (7 деревьев), в качестве контроля отбирали деревья из межочагового пространства – «здоровые» (5 деревьев). Со срубленных деревьев были получены шишки. В лабораторных условиях извлекали семена и измеряли их параметры (a – длина, b – ширина), определяли окраску (бежевые, светло-коричневые, пестрые, коричневые, черные), массу ($m_{1000\ шт.}$), всхожесть (процент проросших семян на 10 день опыта), динамику энергии прорастания (процент проросших семян на 3, 5, 7 и 10 день опыта). На 10 день опыта измеряли длину корешков проростков, а на 30 – ростовые характеристики подземной (корешек) и надземных (стволик, хвоя) частей сеянцев (L, мм) и определяли их процентное соотношение. Сеянцы выращивали на субстрате из смеси песка и серой лесной почвы (1:1). Перед посадкой 50% семян в образцах стерилизовали 2%-ным раствором $KMnO_4$, а остальные – 30%-ным раствором H_2O_2. Варьирование показателей

оценивали по шкале уровней изменчивости С.А. Мамаева: очень низкий (Vc≤7%), низкий (Vc=8-12%), средний (Vc=13-20%), высокий (Vc=21-40%), очень высокий (Vc>40%).

Результаты исследований показали, что как среди «устойчивых», так и среди «больных» деревьев преобладают (>70%) формы с семенами светлых оттенков (бежевые, светло-коричневые, пестрые). Среди «здоровых» (контроль) – больше деревьев с черными семенами (60%). Средние размеры семян, собранных с «устойчивых» деревьев (a=4,8±0,06 мм; b=2,7±0,05 мм) и их масса ($m_{1000\ шт}$=9,4±0,40 г) оказались достоверно больше, чем у «больных» (a=4,1±0,05 мм; b=2,4±0,04 мм; $m_{1000\ шт}$=7,0±0,40 г; $t_{факт}>t_{ст}$, вероятность 99%). Средние показатели контрольного варианта оказались ближе к «устойчивым» (a=4,6±0,05 мм; b=2,4±0,04 мм; $m_{1000\ шт}$=9,1±0,32 г). У всех без исключения деревьев методом флотации выявлены пустые семена, однако их доля, зачастую, не превышала 10%. Варьирование размеров семян и их веса характеризуются, в основном, показателями изменчивости низкого и среднего уровня по шкале С.А. Мамаева (Cv=7,0–15,2%), причем более изменчивыми оказались показатели веса.

На 3 день опыта доля проросших семян (рисунок 1*а*) в образцах «устойчивых» деревьев была на несколько процентов меньше, чем у «больных» (8,8 и 10,6%, соответственно). На 5 и 7 день наблюдения результаты были аналогичными и изменились лишь на 10 день. Всхожесть в образцах «устойчивых» деревьев в последний день опыта оказалась на 6% выше, чем у «больных» (86,6% и 80,6%, соответственно). На контроле семена прорастали лучше, чем в образцах «устойчивых» и «больных» деревьев.

Измерения длины корешков проростков во всех образцах на 10 день опыта, представленные в виде гистограммы (рисунок 1*б*), показали, что энергия роста у семян «больных» деревьев больше, чем у «устойчивых». Процент проростков с длинными корешками (>5 мм; 4-5 мм) в образцах семян «больных» деревьев составляет более 30%, тогда как у «устойчивых» не превышает 25%. В образцах «устойчивых» деревьев преобладают семена с длиной корешков 2-3 мм (42,6%).



а *б*

Рисунок 1 - Динамика всхожести семян сосны обыкновенной с разной степенью резистентности (*а*); распределение проросших семян по длине корешков на 10 день опыта (*б*)

Результаты, полученные в ходе исследования 30-ти дневных сеянцев (таблица 1) показали, что средняя длина, выращенных из семян, «устойчивых» деревьев (L=77,9±1,66 мм) достоверно больше ($t_{факт}>t_{ст}$, вероятность 99%), чем у «больных» (L=68,2±1,91 мм), что может свидетельствовать о различной адаптивности к воздействию внешних факторов. Средняя длина сеянцев, выращенных из семян «здоровых» деревьев, превышает

(L=72,8±1,25 мм) длину сеянцев «больных», но меньше, чем у «устойчивых». Варьирование ростовых характеристик сеянцев во всех образцах высокое (Cv=23-25%).

Таблица - Ростовые и статистические характеристики проростков из семян модельных деревьев сосны обыкновенной возрастом 1 месяц

Категория деревьев	Средняя длина сеянцев, L±m, мм	Cv, %	*t*
«здоровые»	72,8±2,25	24,3	1,8
«устойчивые»	77,9±1,66	23,1	-
«больные»	68,2±1,92	25,0	3,8
Примечания: Показатели сравнивали между собой по t-критерию Стьюдента (жирным шрифтом выделены достоверные различия при $t_{ст}$=2,62 (p≤0,01)).			

Сеянцы, выращенные из семян «устойчивых» деревьев, отличаются от «больных» соотношениями надземных и подземной частей. У сеянцев «устойчивых» деревьев доля подземной части составляет 25,9% его длины, а у «больных» – 28,9%. Длина надземной части сеянцев, выращенных из семян «устойчивых» деревьев, больше и составляет 74,1%, однако уступает «больным» по длине хвои (13,6% и 15,9%, соответственно).

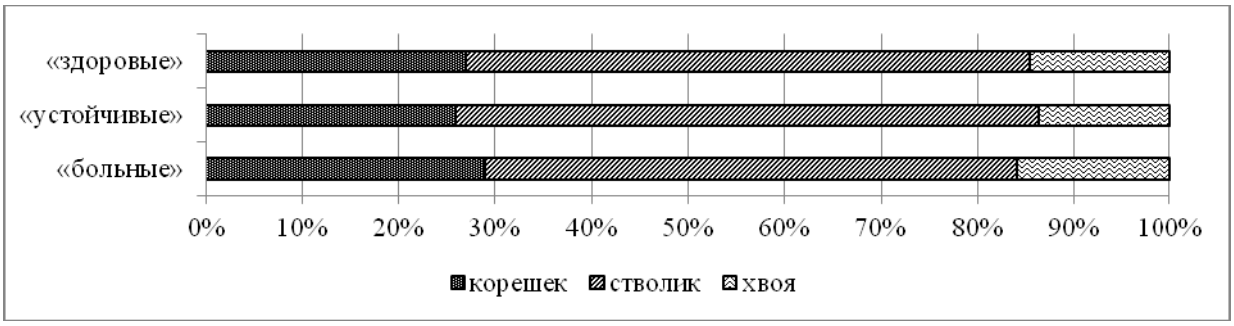


Рисунок 2 - Соотношение длин подземной и надземных частей сеянцев деревьев различной устойчивости.

Следует отметить, что результаты проведенных исследований были предварительными и требуют подтверждения на большем количестве статистических данных.

В соответствии с нашими данными лучшей сохранностью (90%) отличились сеянцы, выращенные из семян, обработанных 30%-ным раствором H_2O_2. Сохранность образцов обработанных 2%-ным раствором $KMnO_4$ составила 81%. При этом, ростовые характеристики были лучшими у сеянцев, выращенных из семян, простерилизованных 2%-ным раствором $KMnO_4$ (> на 2-3%), что находится в пределах погрешности опыта. Эффективность применения того или иного стерилизатора статистически не подтверждена.

Таким образом, результаты проведенного исследования показали, что в группах деревьев с разной устойчивостью против корневой губки пропорционально представлены фенотипы с различной окраской семян. Корреляция между окраской семян и состоянием деревьев не обнаружена. Размеры и вес семян «устойчивых» деревьев существенно выше, чем у «больных» (на 12-19% и 25,5%, соответственно). Семена деревьев с повышенным фитоиммунитетом характеризуются меньшей энергией роста в первые дни прорастания. Процент проростков с длинными корешками в образцах семян «больных» деревьев больше, чем у «устойчивых».

Относительная длина подземной части сеянцев, выращенных из семян «устойчивых» деревьев, меньше (25,9%), чем у «больных» (28,9%). Достоверность различий между ростовыми характеристиками сеянцев, выращенных из семян «устойчивых» и «больных» деревьев, может свидетельствовать о закреплении адаптивности на генетическом уровне.

ВНУТРИВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РОСТА И РЕПРОДУКЦИИ У *PINUS SIBIRICA*: ЭКСПЕРИМЕНТ *EX SITU*

Жук Е.А., Горошкевич С.Н.
Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Россия
eazhuk@yandex.ru

Выявление характера и природы изменчивости адаптивных признаков является одной из наиболее актуальных проблем современной лесной генетики. С середины прошлого века ведутся исследования географической изменчивости фенологических и морфологических признаков, благодаря которым для многих видов установлена структура адаптивного разнообразия. Большая часть работ по внутривидовой изменчивости посвящена географической изменчивости признаков, характеризующих устойчивость и скорость роста. Исследованию репродуктивных признаков всегда уделялось значительно меньше внимания. Работ, касающихся внутривидовой изменчивости по репродуктивным признакам у хвойных видов, крайне мало, а работы по изменчивости соотношения роста и репродукции единичны. Решение этого вопроса особенно актуально для кедра сибирского, т.к. он в первую очередь ценится своими семенами. Целью нашей работы было оценить изменчивость широтных и долготных экотипов кедра сибирского *ex situ*, уделив особое внимание соотношению роста и половой репродукции.

Объектом исследования послужило вегетативное потомство 8 экотипов кедра сибирского из разных частей ареала, выращенное в однородных условиях клонового архива (таблица 1). Черенки были срезаны с материнских деревьев и привиты на местные 4-летние саженцы кедра сибирского весной 1996 г. Привитые деревья были выращены в однородных условиях с размещением 3×6 м в 9 блоках на Научном стационаре «Кедр» Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, находящемся в 30 км к югу от Томска, Россия (юго-восток Западно-Сибирской равнины, южная тайга). Каждый экотип был представлен 10-19 клонами, каждый клон содержал 5-9 рамет. В 2018 г. у 23-летних привоев мы изучили рост и половую репродукцию, а также обобщили многолетние наблюдения за ростом и семеношением экотипов в клоновом архиве.

Таблица 1 - Районы происхождения экотипов и расположения клонового архива

Экотип	Широта, с.ш.	Долгота, в.д.	Высота над уровнем моря, м
1. Уренгой	65°50′	78°10′	40
2. Ноябрьск	63°10′	75°20′	110
3. Стрежевой	60°45′	77°30′	40
4. Абаза	52°30′	90°05′	350
5. Невьянск	57°15′	60°10′	300
6. Тайшет	55°50′	98°00′	350
7. Слюдянка	51°30′	103°40′	900
8. Северобайкальск	55°40′	109°25′	700
Клоновый архив	56°13′	84°51′	78

Однофакторный дисперсионный анализ показал наличие значимых различий между экотипами по высоте и диметру ствола и кроны при p=0,05. От северного экотипа к южному высота и диаметр ствола в 2 раза, а от западного экотипа к восточному - в 1,5 раз. Диаметр кроны мало различался у южных, восточных и западного экотипов, тогда как у северных экотипов он был в 2 раза меньше. Наибольшим объемом ствола обладали южные и восточные экотипы, у северных экотипов объем ствола был меньше почти в 6 раз, у западного - примерно в 3 раза (рисунок 1).

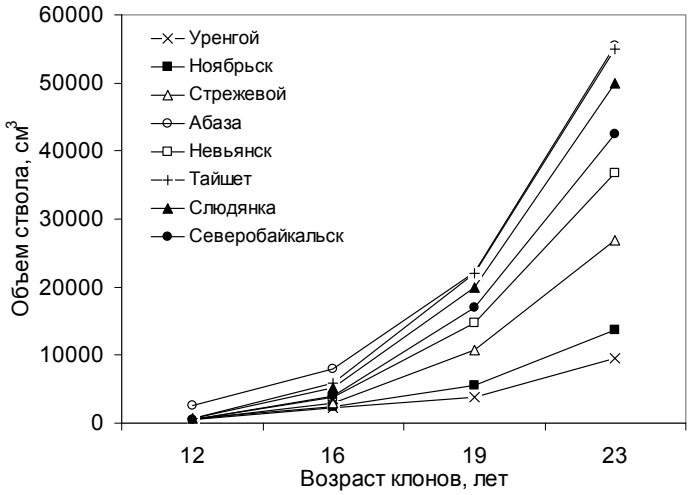


Рисунок 1 - Объем ствола у клонов из различных климатических экотипов кедра сибирского в возрасте 12–23 лет

К 11-летнему возрасту большинство клонов у всех экотипов, кроме южного, вступили в фазу репродукции. Приблизительно каждый третий год семеношение было слабым или отсутствовало у всех экотипов, что, очевидно, было связано с внешними факторами, критичными для семеношения кедра сибирского в целом. С возрастом у экотипов менялся состав половых типов деревьев. К 2019 г. подавляющее большинство клонов имели и женские шишки, и микростробилы. Мужские клоны встречались единично.

В начале наблюдений экотипы слабо различались по числу шишек, постепенно различия нарастали (рисунок 2). Южный экотип закладывал наименьшее число как женских, так и мужских репродуктивных структур, при этом возраст заложения первых мужских побегов был у него на несколько лет больше, чем у остальных экотипов. У экотипов широтного профиля от южного экотипа к северному число мужских побегов возрастало. У экотипов долготного профиля не наблюдалось четких закономерностей по числу мужских побегов. Западный и восточные экотипы закладывали небольшое число мужских побегов, тогда как экотипы из середины профиля - умеренное число.

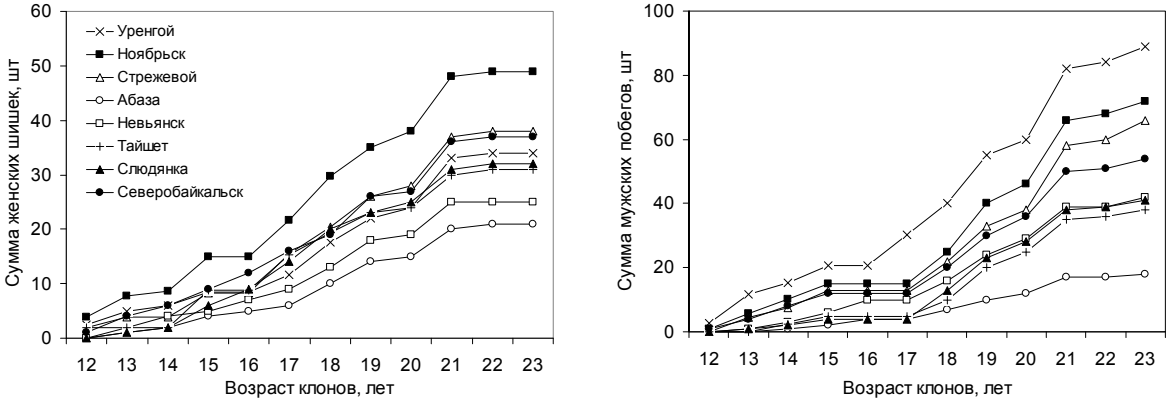


Рисунок 2 - Погодичная динамика накопления женских шишек и мужских побегов у клонов из различных климатических экотипов кедра сибирского

Среди широтных экотипов каждый год наибольшее число шишек формировалось у промежуточного экотипа Ноябрьск. У северного экотипа каждый год формировалось немного шишек. Промежуточный экотип Стрежевой, который сначала формировал минимальное число шишек наравне с южным экотипом, постепенно превзошел северный экотип и уступал только лидеру. Среди долготных экотипов наибольшим числом шишек

обладали также промежуточные экотипы, тогда как западный и восточные экотипы закладывали мало шишек. Таким образом, на момент окончания наблюдений среднее общее число шишек на дереве было максимальным у промежуточных экотипов, а минимальным - у южного, западного и восточных.

Согласно критерию Краскела-Уоллиса, по числу шишек на единицу объема ствола между экотипами были различия при p=0,01. Число шишек на единицу объема ствола было наибольшим у промежуточного экотипа Ноябрьск, чуть меньше у северного и западного экотипов и почти в 4 раза меньше у южного и восточных экотипа. Число мужских побегов на единицу объема ствола у широтных экотипов постепенно убывало от северных к южным, а у долготных экотипов было наибольшим у промежуточного экотипа и минимальным у западного и восточного.

Таким образом, внутривидовая дифференциация кедра сибирского по росту была сравнима с другими бореальными видами хвойных, как по направлению, так и по величине. Общая вегетативная продуктивность и ее элементы существенно снижались по мере сокращения теплообеспеченности в местах происхождения исходных популяций. Различия по половой репродукции имели более сложные закономерности. Южный экотип формировал минимальное число мужских и женских шишек при очень интенсивном росте. Восточные и западный экотипы также в основном имели мало шишек при интенсивном и среднем росте, соответственно. Северный экотип имел среднее семеношение и обильное мужское цветение при самом слабом росте. Промежуточные экотипы имели наибольшее число женских шишек при среднем количестве мужских побегов и среднем росте. Таким образом, характер связи климата районов происхождения экотипов с заложением репродуктивных структур гораздо сложнее, чем с ростом.

Полученные результаты показывают наличие принципиальных различий в характере и причинах разнообразия признаков, характеризующих развитие вегетативной и репродуктивной сферы. В вегетативной сфере связь между климатическими условиями в местах происхождения популяций бореальных видов хвойных и ростом их потомства в одинаковых условиях всегда прямая: чем выше теплообеспеченность в пункте происхождения, тем интенсивней рост. В генеративной сфере прямых связей отдельных признаков с теплообеспеченностью в пункте происхождения нет, и все они довольно неоднозначны. Кроме того, на мужскую и женскую части репродуктивной функции по-разному влияют не только внешние факторы, но и состояние вегетативного роста.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №18-16-00058).

ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ЛЕСОСЕМЕННОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ *PINUS SYLVESTRIS* L. В СИБИРИ

Зацепина К.Г.[1], Экарт А.К.[2], Тараканов В.В.[1], Кальченко Л.И.[3], Кравченко А.Н.[2], Ларионова А.Я.[2]

[1]ЗСО ИЛ СО РАН - филиал ФИЦ КНЦ СО РАН, Россия kseniya-zacepina@yandex.ru

[2]Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Россия

[3]Российский центр защиты леса – Центр защиты леса Алтайского края, Россия

Лесосеменное районирование – это разделение территории на лесосеменные районы относительно однородные по природным факторам, обусловившим формирование в процессе эволюции видов популяции определенного генотипического состава. Основная задача лесосеменного районирования – рациональное использование географической изменчивости видов для выращивания высокопродуктивных и устойчивых лесных насаждений.

Первое лесосеменное районирование нашей страны было разработано в 1982 г. на основе лесорастительного и административного деления территории и фенотипических различий лесообразующих видов. Также учитывали результаты изучения географических культур, предполагалось, что спустя 20-30 лет они послужат основой для уточнения границ лесосеменных районов. В 2015 г. был предложен новый вариант лесосеменного районирования страны, однако он сводится к почти административному делению ареалов. Решение проблемы лесосеменного районирования заключается в выяснении границ природных популяций [1]. Для их точной идентификации применяется ряд методик: анализ фенов [2], изоферментный анализ [3], географические культуры [4-6].

В нашей работе приводится соответствие лесосеменного районирования сосны обыкновенной 1982 и 2015 гг. и популяционно-генетической структуры, исследованной методом изоферментного анализа на территории юга Западной Сибири (Алтайский край), Средней Сибири (Красноярский край, Тыва, Хакасия), Восточной Сибири (Бурятия) (таблица 1).

Таблица 1 - Генетические расстояния Неи (DN_{72}) между популяциями *Pinus sylvestris* L. (фрагмент данных)

Популяция	Бобровка	Макарово	Ребриха	Мамонтово	Крестьянка	Сросты	Круглое	Мирный
Бобровка	0,000	–	–	–	–	–	–	–
Макарово	*0,012*	0,000	–	–	–	–	–	–
Ребриха	*0,008*	*0,010*	0,000	–	–	–	–	–
Мамонтово	0,005	0,006	0,004	0,000	–	–	–	–
Крестьянка	0,005	*0,007*	0,007	0,003	0,000	–	–	–
Сросты	*0,011*	*0,008*	*0,011*	0,006	0,004	0,000	–	–
Круглое	*0,008*	*0,007*	0,008	0,003	0,003	0,005	0,000	–
Мирный	*0,014*	*0,007*	0,007	0,006	0,007	0,006	0,005	0,000

Популяция	Минусинск	Шагонар	Шира	Балгазын	Танзыбей	Куртушибинск
Минусинск	0,000	–	–	–	–	–
Шагонар	*0,017*	0,000	–	–	–	–
Шира	*0,017*	*0,016*	0,000	–	–	–
Балгазын	*0,011*	0,007	*0,017*	0,000	–	–
Танзыбей	*0,018*	*0,009*	*0,010*	*0,014*	0,000	–
Куртушибинск	*0,024*	*0,019*	*0,008*	*0,026*	*0,013*	0,000

Популяция	Джида	Чикой	Иволгинск	Новоселенгинск
Джида	0,000	–	–	–
Чикой	0,005	0,000	–	–
Иволгинск	0,009	0,008	0,000	–
Новоселенгинск	0,010	0,010	0,005	0,000

Примечание: Достоверные различия между популяциями по частотам аллелей (по критерию χ^2) выделены курсивом.

Дифференциация популяций по частотам аллозимов проведена на основе генетической дистанции Неи (DN_{72}), по частотам фенов - на основе критериия хи-квадрат. Для идентификации границ лесосеменных районов желательно использовать оба метода.

Согласно шкале генетических дистанций между внутривидовыми популяционно-систематическими категориями *Pinus sylvestris* L. [7] генетическая дистанция DN_{72} 0,005-0,012 соответствует внутривидовой категории субпопуляций, 0,012-0,020 – локальных популяций, 0,020-0,030 – географическим группам популяций.

Вне всяких сомнений работы по изучению популяционно-генетической структуры и соответственно уточнению лесосеменного районирования древесных видов надо продолжать, т.к. лесосеменное районирование является одним из основных резервов повышения продуктивности и устойчивости искусственных насаждений. Правильный выбор географического происхождения для выращивания в конкретных лесорастительных условиях позволяет повысить продуктивность культур на 20-30 % [4].

Список использованных источников:

1. Семериков Л.Ф. Популяционная структура древесных растений (на примере видов дуба европейской части СССР и Кавказа. - М.: Наука, 1986. - 140 с.

2. Видякин А.И. Применение результатов феногеографических исследований в практике лесного хозяйства России. Сибирский лесной журнал. - 2014. - №4. - С. 29-34.

3. Санников С.Н., Петрова И.В., Санникова Н.С., Афонин А.Н., Чернодубов А.И., Егоров Е.В. Генетико-климатолого-географические принципы семенного районирования сосновых лесов России. Сибирский лесной журнал. - 2017. - №2. - С. 19-30

4. Кузьмина Н.А., Кузьмин С.Р. Анализ лесосеменного районирования сосны обыкновенной в Средней Сибири. Хвойные бореальной зоны. - 2012. - Том XXX. №1-2. - С. 111-113.

5. Новикова Т.Н. Изучение географических культур сосны обыкновенной в Красноярской лесостепи с целью уточнения лесосеменного районирования этого вида. Хвойные бореальной зоны. - 2017. - Том XXXV, №3-4. - С. 42-46.

6. Демина Н.А., Файзулин Д.Х., Наквасина Е.Н., Артемьева Н.Р. Уточнение границ лесосеменного районирования сосны на Европейском Севере. Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2012. - №3. - С. 51-57.

7. Санников С.Н., Санникова Н.С., Петрова И.В. Очерки по теории лесной популяционной биологии. - Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2012. - 270 с.

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЛЕСОСЕМЕННЫХ ПЛАНТАЦИЙ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ И СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В БЕЛАРУСИ

Ивановская С.И., Каган Д.И., Падутов В.Е.
Институт леса НАН Беларуси, Беларусь isozyme@mail.ru

В лесном семеноводстве лесосеменные плантации (ЛСП) занимают особое место и являются неотъемлемым элементом селекционных программ. Их основная задача – получение в течение длительного времени ценных по наследственным свойствам семян лесных древесных видов. Эксплуатация лесосеменных плантаций хвойных может продолжаться несколько десятилетий, то есть семенное потомство ЛСП в течение этого периода будут использоваться для создания лесных культур. Ввиду этого закладка данных объектов постоянной лесосеменной базы является сложным и ответственным этапом. Популяционно-генетическая структура плантаций будет передана создаваемым на ее основе насаждениям. В связи с этим недостатки генетической структуры и разнообразия ЛСП могут негативно отразиться на состоянии, продуктивности и биологической устойчивости будущих насаждений. Необходимо отметить, что наряду с генетическими факторами следует учитывать репродуктивные и фенологические свойства клонов, схемы их смешения, особенности их фенотипов.

Таким образом, возникает противоречие: с одной стороны – селекция предусматривает отбор и использование на лесосеменных плантациях относительно небольшого количества элитных клонов, что может привести к изменению популяционно-генетической структуры плантаций, по сравнению с насаждениями естественного происхождения; с другой стороны – внутривидовой полиморфизм искусственно создаваемых объектов должен быть максимально приближен к существующему в природных популяциях основных лесообразующих видов.

Испытание потомства позволяет отобрать плюсовые деревья, которые действительно имеют генетические факторы предрасположенности к повышенной продуктивности. При этом в определенных случаях удается также повысить и значения гетерозиготности на лесосеменных плантациях второго порядка. В ходе проведения генетической инвентаризации 10 ЛСП первого и 12 второго порядка ели европейской установлено, что показатели доли полиморфных локусов для плантаций первого и второго порядка в целом имеют сходные значения, которые несколько ниже, чем в исследованных древостоях ели европейской естественного происхождения лесов хозяйственного использования (таблица 1). В то же время количество выявленных аллельных вариантов на плантациях выше.

Что касается параметров гетерозиготности, то, как следует из таблицы 1, на ЛСП первого порядка эти показатели ниже, чем в древостоях естественного происхождения, а на ЛСП второго порядка – выше. Следует отметить, что выявленные различия в значениях средней гетерозиготности между ЛСП и природными популяциями являются статистически достоверными. Таким образом, показатель гетерозиготности ЛСП ели европейской можно не только использовать в качестве критерия оценки генетического потенциала лесосеменной плантации, но и на его основе определять степень эффективности использования ЛСП в селекционном семеноводстве. Кроме того, даже при отсутствии первоначальной схемы закладки лесосеменной плантации величина гетерозиготности позволяет, хотя бы приблизительно, судить о доле плюсовых деревьев и кандидатов в элиту (имеются в виду те деревья, чье потомство по результатам проведенной оценки в испытательных культурах превосходит контроль по своей продуктивности).

Интересно отметить, что как насаждения естественного происхождения, так и лесосеменные плантации ели европейской в Беларуси характеризуются состоянием, близким к равновесию по Харди-Вайнбергу, поскольку в целом различие в значениях ожидаемой и наблюдаемой гетерозиготности составляет менее 1% (таблица 1).

Таблица 1 – Значения показателей уровня генетической изменчивости лесосеменных плантаций первого и второго порядка ели европейской

Объекты исследования	Доля полиморфных локусов		Среднее число аллелей на локус		Средняя гетерозиготность*	
	P_{95}	P_{99}	A	$A_{1\%}$	ожидаемая H_e	наблюдаемая H_o
ЛСП I порядка	0,39 (0,33-0,39)	0,50 (0.44-0.67)	2,61±1,34 (2,06-2,33)	1,89±1,18 (1,72-1,89)	0,128±0,003** (0,118-0,134)	0,132±0,003** (0,127-0,140)
ЛСП II порядка	0,44 (0,39-0.50)	0,50 (0,44-0,67)	2,89±1,23 (2,00-2,50)	1,95±1,26 (1,83-2,11)	0,163±0,002** (0,148–0,168)	0,162±0,002** (0,146–0,184)
Леса хозяйственного использования	0,444 (0,39-0.50)	0,67 (0,56-0,67)	2,67±1,33 (2,00-2,22)	2,11±1,13 (1,89-2,11)	0,147±0,004 (0,129-0,153)	0,150±0,004 (0,134-0,165)

* – значения показателей приведены с ошибкой среднего;

** – достоверно превышают значение показателя для лесов хозяйственного использования по 99% критерию

Проведенный генетический анализ 10 лесосеменных плантаций I порядка и 37 II порядка сосны обыкновенной показал, что уровень генетического разнообразия ЛСП I порядка по средней гетерозиготности достоверно превышает (в отличие от ЛСП I порядка ели европейской), а по остальным показателям в целом соответствует параметрам генетической изменчивости лесов хозяйственного использования (таблица 2). Следует отметить интересную особенность, выявленную при проведении генетического анализа лесосеменных плантаций сосны и ели. Значения средней гетерозиготности в ЛСП I порядка ели европейской в целом достоверно ниже таковых, выявленных для насаждений естественного происхождения лесов хозяйственного использования, в то время как у сосны обыкновенной наоборот – достоверно выше. В свою очередь в ЛСП II порядка ели величина H_e и H_o достоверно превышает, а у сосны – соответствует величине средней гетерозиготности древостоев лесов хозяйственного использования. Выявленные отличия по параметрам средней гетерозиготности в ЛСП разного генетического уровня сосны и ели могут быть обусловлены разными механизмами формирования повышенной продуктивности у этих древесных видов. По-видимому, влияние может оказывать также и то, что сосна обыкновенная на территории Беларуси произрастает в условиях, близких к ее климатическому оптимуму, в то время как для ели европейской здесь проходит южная граница ее сплошного распространения. Однако в настоящее время имеющихся сведений для объяснения данного явления недостаточно и необходимо проведение дополнительных исследований.

Диапазон генетической изменчивости между ЛСП II порядка сосны обыкновенной превышает таковой, выявленный для ЛСП I порядка. Это может быть обусловлено использованием ограниченного количества клонов кандидатов в элиту и их выбором без учета характерного для них уровня гетерозиготности при создании лесосеменных плантаций II порядка. В то же время ЛСП I порядка закладываются как привитыми саженцами, так и семенным потомством (в зависимости от древесного вида) большого количества плюсовых деревьев. Таким образом, отсутствие резких скачков значений параметров генетической изменчивости на исследованных ЛСП I порядка может объясняться бóльшим количеством генотипов, имеющихся на плантации и вовлеченных в анализ. Кроме того, раметы ЛСП I порядка представлены плюсовыми деревьями, отобранными по фенотипу, но не прошедшими генетического отбора по потомству, и являются малосмещенной выборкой относительно природных популяций.

Таблица 2 – Значения показателей уровня генетической изменчивости лесосеменных плантаций первого и второго порядка сосны обыкновенной

Объекты исследования	Доля полиморфных локусов		Среднее число аллелей на локус		Средняя гетерозиготность*	
	P_{95}	P_{99}	A	$A_{1\%}$	ожидаемая H_e	наблюдаемая H_o
ЛСП I порядка	0,65 (0,50-0,70)	0,75 (0,70-0,95)	3,25 (2,30-2,75)	2,20 (1,95-2,25)	0,248±0,002** (0,229-0,256)	0,264±0,002** (0,236-0,276)
ЛСП II порядка	0,60 (0,50-0,70)	0,85 (0,55-0,85)	3,55 (1,65-2,75)	2,25 (1,65-2,40)	0,237±0,002 (0,188-0,254)	0,242±0,002 (0,176-0,284)
Леса хозяйственного использования	0,65 (0,45-0,70)	0,85 (0,70-0,90)	3,60 (2,00-2,95)	2,35 (2,00-2,60)	0,240±0,002 (0,199-0,257)	0,247±0,002 (0,215-0,270)

* – значения показателей приведены с ошибкой среднего;

** – достоверно превышают значение показателя для лесов хозяйственного использования по 99% критерию

Анализ ЛСП второго порядка сосны обыкновенной на взаимосвязь между количеством клонов и величиной гетерозиготности показал, что размах изменчивости уменьшается с увеличением количества клонов на плантации. При этом высокая степень гетерозиготности может быть получена и при небольшом количестве клонов, однако чем меньше клонов, тем более непредсказуем результат. В условиях Беларуси количество клонов для закладки ЛСП II порядка сосны обыкновенной должно быть не менее 50. Следует отметить, что при анализе ЛСП ели европейской существенных различий в диапазоне изменчивости между плантациями различного генетического уровня выявлено не было (таблица 1). Это подтверждает вывод о наличии взаимосвязи между количеством клонов и величиной гетерозиготности на ЛСП, так как большинство исследованных лесосеменных плантаций второго порядка ели (10 из 12) созданы 50 и более клонами.

Таким образом, на основе проведенного анализа лесосеменных плантаций ели европейской и сосны обыкновенной установлено, что средняя гетерозиготность ЛСП I порядка ели европейской достоверно ниже, ЛСП II порядка сосны обыкновенной соответствует, а ЛСП II порядка ели европейской и ЛСП I порядка сосны обыкновенной достоверно выше насаждений естественного происхождения лесов хозяйственного использования. По остальным параметрам генетической изменчивости лесосеменные плантации сосны и ели в целом соответствуют таковым, выявленным в природных популяциях, а спектр аллельного разнообразия на ЛСП включал все нередкие и практически все редкие аллели еловой и сосновой формаций Беларуси. Установлено, что использование ограниченного количества плюсовых деревьев для создания ЛСП II порядка приводит к большому диапазону значений генетических показателей. Анализ корреляционных взаимоотношений между такими параметрами как количество клонов и величина средней гетерозиготности показывает, что в случае отсутствия информации о генетических параметрах плюсовых деревьев среднее количество клонов при закладке должно быть не менее 50. Показано, что в ходе селекционной работы удается обеспечивать средний запас генетической изменчивости, характерный для вида, а плантационное семеноводство, в целом, позволяет создавать высокопродуктивные и биологически устойчивые насаждения при одновременном сохранении генетических ресурсов этих древесных видов.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ СБЕЖИСТОСТИ СТВОЛА У СЕМЕЙ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ И БЕРЕЗЫ ПУШИСТОЙ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ОПЫЛЕНИЯ

Исаков И.Ю.
Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова,
Россия labgen@vglta.vrn.ru

Большинство хозяйственно-ценных признаков, изучаемых у древесных растений, являются количественными и служат объектом исследований количественной генетики (генетики количественных признаков). Эта ветвь генетики имеет самое важное приложение, как к практическим вопросам (в т.ч. и в лесоводстве), так и к теории эволюции, поскольку эволюция видов деревьев и существующий у них на данном этапе способ опыления вызваны тем, что внутривидовой аутбридинг и (или) избегание межвидового аутбридинга дают существенные адаптивные преимущества.

Известно, что подавляющее большинство и культурных, и диких растений (в том числе и древесных) являются перекрестноопыляющимися видами, и преобладает мнение, что именно аллогамная наследственная система размножения обеспечила существующий полиморфизм в естественных популяциях растений, т.е. она является признаком более прогрессивным, чем аутогамная.

Целью настоящего исследования было выявление особенностей формы ствола (сбежистость) у семенного потомства инбредного и аутбредного происхождения местных видов берез – березы повислой (*Betula pendula* Roth) и берёзы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.), материнские деревья которых различаются по генетическим системам размножения.

Были проведены замеры роста в высоту и диаметра ствола (в двух измерениях – на высоте 1,3 метра и у основания ствола). Возраст культур – 13 лет. Для оценки качества ствола был использован коэффициент сбежистости ствола (КСС), определяемый как отношение диаметра ствола на высоте 1,3 метра к диаметру ствола у основания дерева. «Идеальным стволом» должны обладать деревья, у которых это отношение равно или близко к единице. Соответственно, деревья с таким показателем являются наиболее ценными с практической точки зрения.

Ранее было установлены значения роста в высоту и диаметра ствола для 10-ти летних деревьев березы, введен индекс самофертильности по количественному признаку и связанные с ним уровни самофертильности.

Инбредное потомство самостерильной фомы березы пушистой (Б-18) характеризуется угнетенным ростом (5,7 м) и пониженным значением КСС (0,56). Семенное потомство аутбредного происхождения этой формы имеет средний рост 8,1 метра и значения КСС – 0,64. Ранговые коэффициенты корреляции имели недостоверные значения (0,17 и 0,05).

Потомство самофертильной формы (Б-12), полученное при самоопылении имело хороший рост (8,6 м), средний КСС этих деревьев незначительно превышал таковой у свободноопыленных семей (0,61 и 0,59). Интерес представляет наличие отрицательной корреляции между показателями Н и КСС (-0,62), что может говорить о непропорциональном соотношении роста в высоту и диаметру ствола у деревьев этой категории при данном способе воспроизведения.

У семенного потомства берёзы повислой наблюдается, в целом, подобный характер соотношения этих признаков, при этом отмечены следующие особенности. Максимальное достоверное значение ρ (1) имеет самоопылённое потомство самостерильной формы (С-26). Незначительным отрицательным значением (-0,25) характеризовалось аутбредное потомство самофертильной формы С-54. Это говорит о том, что деревья этого происхождения имеют негативный дисбаланс в отношении высота – толщина ствола, который выражен менее, чем у однократно инбредированного потомства самофертильной формы березы пушистой.

Таким образом, выявлена неоднозначная зависимость между показателями высоты ствола и КСС. У потомства самофертильной формы березы пушистой при самоопылении отмечена тенденция к отрицательной зависимости между Н и КСС. Однако у самостерильной формы березы повислой выявлена прямая зависимость (ρ=1), а у самофертильной формы березы пушистой – тенденция к отрицательной корреляции.

На основании полученных данных можно сказать, что этот показатель (КСС), или «цилиндричность ствола» не может быть использован как тест для отнесения материнских деревьев местных видов берез к той или иной системе семенного размножения. Этот признак более зависим от условий внешней среды; в отличие от признака роста в высоту, который более генетически детерминирован.

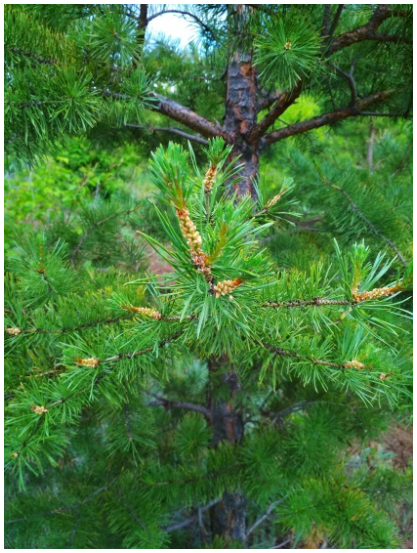
РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СОХРАННОСТЬЮ ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЗЕЛЕНОГО ПОЯСА Г. НУР-СУЛТАН

Кабанов А.Н., Кочегаров И.С.
Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Казахстан ankabn@mail.ru

В 2010 году на территории зеленого пояса г. Нур-Султан (бывш. город Астана) с целью определения возможности создания крупномерных лесных культур был заложен опыт по пересадке 8-летних деревьев березы повислой из кулис в расположенные рядом межкулисные пространства, методом «кейсов». Также с комом земли были пересажены 7-летние деревья сосны обыкновенной, клена ясенелистного и вяза мелколистного. В настоящее время проводятся наблюдения за состоянием, сохранностью и ростом пересаженных и непересаженных деревьев на постоянных пробных площадях.

При проведении наблюдений за пересаженными деревьями сосны обыкновенной выявлено, что число сомнительных деревьев с каждым годом наблюдений уменьшается, на 58% деревьев имеется плодоношение (средний балл 2) и цветение (средний балл 3). Охвоенность деревьев средняя, окрас хвои от светло-зеленого до темно-зеленого, но на концах хвоинок имеются пожелтевшие кончики. «Кисточек» на концах ветвей, которые наблюдались в первые годы после пересадки, практически нет, что говорит о хорошем состоянии деревьев (рисунок 1).

Пересаженная сосна обыкновенная



Цветение пересаженной сосны обыкновенной

Рисунок 1 – Пересаженная сосна обыкновенная

Изучена сохранность пересаженных деревьев сосны обыкновенной. Выявлено, что на всем участке сохранность деревьев достаточно высокая – от 91,6 до 95,9%. Средняя сохранность составила 93,6%. Деревьев, сомнительных по своему состоянию, имелось на всем участке 15 штук, что составляет 1,6% от общего числа деревьев.

Таблица 1 – Сохранность пересаженной сосны обыкновенной

№ кулисы	Число деревьев, шт				Сохранность, %
	живых	сомнительных	погибших	всего	
1+3	249	4	17	274	91,6
4+2	161	3	11	170	95,9
5	486	8	27	522	93,9
среднее	896	15	55	966	93,8

В таблице 2 приведены данные по величине ассимиляционного аппарата сосны обыкновенной на пересаженных участках. Коэффициент изменчивости – 13,2% в среднем.

Таблица 2 – Длина хвои пересаженных деревьев сосны обыкновенной

№ пробы	Длина хвои (см)		
	среднее, X±m	V, %	б
1	4,33±0,08	13,53	0,59
2	4,50±0,09	15,00	0,67
3	4,53±0,07	10,97	0,50

Проведенный мониторинг за ростом и состоянием пересаженных и непересаженных деревьев березы повислой выявил хорошее состояние культур на всех пробных площадях (рисунок 2). Практически не встречается повреждений листьев березовым пилильщиком, но все же имеется угроза заражения березы бактериозом, в связи с чем принимаются профилактические меры.

Непересаженная береза повислая

Пересаженная береза на высоком местоположении

Рисунок 2 – Постоянные пробные площади на участках березы повислой

В таблице 2 приведены данные сохранности березы повислой, из которой видно, что на непересаженных участках сохранность составляет 92,1%. Снижение сохранности связано с тем, что в первые годы после разреживания кулис из-за повреждения корневой системы происходил незначительный отпад деревьев, рядом с которыми производилась выкопка саженцев для пересадки. Отпада на пересаженных участках в текущем году практически не было – средняя сохранность деревьев на высоком местоположении составила 37,6%, на низком – 70,7%.

Таблица 2 – Сохранность пересаженных и непересаженных деревьев берёзы повислой

Вид учитываемых растений	№ кулисы	Число учтённых растений, шт			Сохранность, %
		первоначальное	живые	сомнительные	
Непересаженные	1	114	105	-	92,1
Пересаженные на низком местоположении	1	75	49	-	65,3
	2	75	49	-	65,3
	3	75	61	-	81,3
	всего	225	159	-	70,7
Пересаженные на высоком месте	1	177	66	-	37,3
	2	141	53	1	37,9
	всего	318	119	1	37,6
Всего на пересаженных участках		543	278	1	51,3

Длина листьев березы повислой в зависимости от местоположения участка значительно различалась. Так, у непересаженных деревьев размеры листьев были наибольшими из всех учитываемых, причем у расположенных на низком местопроизрастании длина листа составила 6,3 см, у произрастающих на высоком – 6,1 см. У пересаженных деревьев размеры листьев были мельче (таблица 3).

Таблица 3 – Биометрические показатели листьев берёзы

Вид учитываемых растений	Биометрические показатели, см					
	длина листа		ширина листа		длина черенка	
	среднее X±m	V, %	среднее, X±m	V, %	среднее X±m	V, %
Непересаженные, на высоком местоположении	6,0±0,1	12,2	5,0±0,1	14,0	1,7±0,1	23,9
Непересаженные, на низком местоположении	6,3±0,1	11,6	5,3±0,1	13,0	2,0±0,1	27,3
Пересаженные, на высоком местоположении	5,4±0,1	13,9	4,6±0,1	12,8	1,7±0,1	36,2
Пересаженные, на низком местоположении	5,1±0,1	12,8	4,4±0,1	12,4	1,5±0,1	28,5

Коэффициент вариации показал, что признаки размеров ассимиляционного аппарата у пересаженных растений изменяются на низком уровне (V=12,4-13,8%). Кроме того, форма листьев изменялась значительно – от круглой до треугольной (рисунок 3).

Рисунок 3 – Изменчивость формы и размеров листьев березы повислой

В процессе многолетнего мониторинга за непересаженными деревьями, возле которых были выкопаны деревья для пересадки, выявлено, что повреждение корневой системы влияет на сохранность деревьев, но незначительно. Также определено, что хуже всего переносит пересадку береза повислая, сохранность у которой в среднем изменялась от 37,6 до 70,7% в зависимости от месторасположения участка по рельефу. Наибольшей сохранностью характеризуется пересаженная сосна обыкновенная со средним показателем признака 93,8%. Размеры длины хвои были выровненными, значительных отличий показателя на различных пробных площадях не было, о чем говорит коэффициент вариации, который изменяется на низком уровне (V=10,9-15,0%). Сохранность пересаженных деревьев вяза и клена составила соответственно 85,0 и 86,8%. Выкопка рядом стоящих деревьев больше повлияла на вяз по сравнению с кленом, т.к. отпад вяза составил 8%, а клена – 2,2%.

ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В СЕВЕРНОМ РЕГИОНЕ КАЗАХСТАНА

Кабанова С.А., Шахматов П.Ф., Борцов В.А.
Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Казахстан kabanova.05@mail.ru

Выращивание устойчивого стандартного посадочного материала древесных пород во многом зависит от основных показателей качества семян – массы 1000 штук, энергии прорастания и всхожести [1-3]. Для увеличения лабораторной и грунтовой всхожести семян используются различные стимуляторы, замачивание в которых является предпосевной обработкой [4].

Целью исследований являлось выявление оптимальной предпосевной обработки семян сосны обыкновенной с применением стимуляторов – Байкал, Гумат+7, Циркон и Гуматофосфат. Семена сосны обыкновенной были собраны в Акмолинской (КГУ ЛХ «Букпа» и СФ РЛСЦ), Северо-Казахстанской (Арыкбалыкский филиал ГНПП «Кокшетау») и Павлодарской (ГЛПР «Ертіс орманы») областях.

Опыт по определению лабораторной всхожести был разделен на 2 блока. В первом блоке семена замачивались в стимуляторах на различный срок – от 1 до 12 часов. Во втором опыте семена после обработки аналогичными стимуляторами дополнительно выдерживались 2 часа в фунгициде Трихоцине. Наблюдения проводились по ГОСТу 13056.6-75 [5]: энергия прорастания фиксировалась на 7-й, лабораторная всхожесть – на 15-й день.

Масса 1000 семян существенно отличалась по регионам исследований: семена, собранные в СФ РЛСЦ, наиболее крупные из всех изученных образцов и их масса составила 11,5 г. Масса семян из ГЛПР «Ертіс орманы» была немного меньше – 10,1 г. Семена из Арыкбалыкского филиала и КГУ ЛХ «Букпа» имели наименьшую массу 1000 шт. – соответственно 7,8 и 6,6 г.

Проведенные наблюдения показали, что лабораторная всхожесть семян сосны обыкновенной по вариантам опыта и регионам исследований колебалась от 25% (замачивание в Гумате+7 + Трихоцин (6+2 часа)) до 93% (замачивание в Гуматофосфате + Трихоцин). Энергия прорастания незначительно отличалась от лабораторной всхожести (таблица 1).

Таблица 1 – Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян сосны обыкновенной по вариантам опытов

Наименование стимулятора	Время замачивания, час	Энергия прорастания, %				Лабораторная всхожесть, %			
		Местонахождение питомника*							
		Е.о.	Б.	Р.	Ар.	Е.о.	Б.	Р.	Ар.
Блок 1									
Байкал	1,5	69	45	86	43	70	64	86	44
Байкал	1	82	55	77	60	83	68	77	60
Гумат+7	6	78	45	91	57	80	62	91	57
Гумат+7	12	80	36	84	76	83	63	85	81
Циркон	3	80	43	88	62	81	65	89	62
Циркон	6	56	35	88	32	58	64	89	38
Гуматофосфат	12	72	43	88	85	74	52	88	86
Контроль	0	70	34	86	56	72	82	87	56
Блок 2									
Байкал + Трихоцин	1,5+2	73	59	86	46	74	78	86	48

Байкал + Трихоцин	1+2	80	72	90	77	81	83	90	83
Гумат+7 + Трихоцин	6+2	70	58	90	25	71	82	90	35
Гумат+7 + Трихоцин	12+2	86	66	88	77	87	83	88	79
Циркон + Трихоцин	3+2	83	52	86	33	83	79	88	36
Циркон + Трихоцин	6+2	76	72	84	56	78	81	84	58
Гуматофосфат + Трихоцин	12+2	83	73	93	71	84	82	93	73
Контроль + Трихоцин	2	75	52	84	33	77	70	84	34
Примечание: * Е.о. – ГЛПР «Ертісорманы», Б. – КГУ «УЛХ «Букпа», Р. – СФ РЛСЦ, Ар. - Арыкбалыкский филиал ГНПП «Кокшетау»									

Лабораторная всхожесть семян, собранных в ГЛПР «Ертіс орманы», отличалась высокими значениями: в первом блоке от контроля (72%) отставали 2 варианта - с замачиванием в Байкале в течение 1,5 часов (70%) и в Цирконе в течение 6 часов (58%). Следует отметить, что при замачивании семян в данных стимуляторах на более короткий срок (соответственно 1 и 3 часа), лабораторная всхожесть была выше и составила 83 (Байкал) и 80% (Циркон). Во втором блоке изучаемый показатель имел наибольшее значение при замачивании семян в Гумате+7 + Трихоцин (12+2 часа) – 93%. Совместное применение стимуляторов и фунгицида позволило несколько повысить лабораторную всхожесть: средняя всхожесть семян в первом блоке составила 75,6%, во втором блоке – 79,7%.

Лабораторная всхожесть семян сосны обыкновенной, собранных в КГУ «УЛХ «Букпа», в первом блоке была низкой – от 52 до 68%. У контрольного образца наблюдалась наибольшая всхожесть - 82%. Во втором блоке изучаемый показатель опытных семян имел достаточно высокие значения – от 78 до 83% и значительно превышал контроль (70%). Среднее значение показателя опытных вариантов в первом блоке составило 65,0%, во втором блоке – 79,8%. Значительных различий по величине показателя между вариантами опыта с одинаковым стимулятором, но отличающимся по времени замачивания, не наблюдалось.

Семена сосны обыкновенной, собранные в испытательных культурах плюсовых деревьев СФ РЛСЦ Акмолинской области, уже на 3-й день наблюдений имели большое количество всходов – от 30 до 80%. Энергия прорастания опытных семян в 1-м блоке колебалась от 77 (замачивание в Байкале 1 час) до 91% (замачивание в Гумате+7 (6 часов)). Данный показатель у контрольных семян составил 86%, причем на третий день наблюдений взошло всего 36%. Лабораторная всхожесть значительно не отличалась от энергии прорастания и 4 опытных варианта превосходили контрольный вариант. Во втором блоке энергия прорастания опытных семян изменялась от 84 (замачивание в Цирконе + Трихоцин (6+2 часа)) до 93% (замачивание в Гуматофосфате + Трихоцин (12 + 2 часа)). Все опытные варианты по энергии прорастания и лабораторной всхожести превышали аналогичные показатели контрольного варианта. Если в первом блоке разница между лабораторной всхожестью контрольных и среднего значения опытных образцов невелика, то во втором блоке среднее значение данного показателя опытных всходов превышает контрольные всходы на 4,6%. Вероятно, на это повлияло дополнительное замачивание семян в Трихоцине.

В Арыкбалыкском филиале ГНПП «Кокшетау» хорошие результаты энергии прорастания и лабораторной всхожести показали варианты с замачиванием семян в Гуматофосфате - соответственно 85 и 86% и в Гумате+7 (12 часов) - соответственно 76 и 81%. Практически все варианты превышали по изучаемым показателям контрольный образец, кроме вариантов с применением Циркона (6 часов) и Байкала (1,5 часа). При использовании Трихоцина выделялся вариант Байкал + Трихоцин (1+2 часа), имеющий лабораторную всхожесть 83%.

В результате проведенных наблюдений можно сделать вывод, что по всем регионам исследований наибольшую энергию прорастания и лабораторную всхожесть имели варианты с предпосевной обработкой семян Гуматом+7 и Гуматофосфатом в течение 12 часов, причем как при замачивании семян, только в указанных стимуляторах, так и при совместном их применении с Трихоцином. Кроме того, следует отметить лучшее качество семян сосны обыкновенной, собранных на объектах селекционного назначения в СФ РЛСЦ, которые имели наибольшие показатели по рассматриваемым количественным показателям.

Список использованных источников:

1. Седаева М.И., Вяткина Е.И., Вараксин Г.С., Лобанова А.И. Качество семян древесных растений-интродуцентов, произрастающих на юге Средней Сибири. Вестник КрасГАУ. - 2008. - №1. – С. 141-144.

2. Олупкина И.А., Петрик В.В., Васильева Н.Н. Оценка качества семян лиственных пород в условиях Севера. Международный студенческий научный вестник. - 2017. - №3. – С. 25-28.

3. Зеленяк А.К., Морозова Е.В., Иозус А.П. Качество семян лиственницы сибирской на клоновой лесосеменной плантации. Успехи современного естествознания. - 2018. - №1. – С. 13-17.

4. Расули Г.С., Савенкова И.В. Влияние биорегулятора «Гумистима» на посевные качества семян, рост и развитие сеянцев древесных пород. Сельское, лесное и водное хозяйство. - 2013. - №6 [Электронный ресурс] URL: http://agro.snauka.ru/2013/06/1101.

5. ГОСТ 13056.6-97. Семена деревьев и кустарников. Методы определения всхожести. - Минск: Изд. стандартов, 1998. – 27 с.

БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ И ФОРМ ФИСТАШКИ НАСТОЯЩЕЙ В УЗБЕКИСТАНЕ

Кайимов А., Холмуротов М.
Ташкентский государственный аграрный университет, Узбекистан
mxolmurotov@gmail.com

На сегодняшний день фисташка является важной орехоплодовой культурой многих стран мира. В мире используется более 100 сортов и форм фисташки. Эти сорта и формы являются крупноплодными, высокоурожайными и считаются эффективными по одновременному цветению мужских и женских растений. В этом направлении в Иране, Турции, Сирии, Северной Африке и странах Средиземного моря широко развита селекция фисташки и создание новых плантаций. В Италии имеется 10 сортов, в Испании 46 женских и 29 мужских форм, в провинции Керман Ирана более 70 местных сортов, в Греции 14 сортов, в коллекции НИИ фисташководства Рафсанжана имеется 45 сортов и форм, в коллекции НИИ фисташководства Турции 16 сортов, в коллекции университета Алеппо Сирии 10 женских и 10 мужских форм, в институте пустынных исследований Палестины около 5 сортов и форм [1]. Эти коллекции фисташки имеют важное значение в создании новых плантаций фисташки и обновлении старых насаждений.

На сегодняшний день в Узбекистане в сфере лесного хозяйства проводятся большие реформы в области ореховодства. Особое внимание уделяется разведению фисташки, повышению её урожайности и внедрению новых сортов в производство. На основании мер, осуществляемых в данном направлении, достигнуты значительные результаты по созданию фисташковых насаждений в засушливых территориях посадкой саженцев, выращенных в контейнерах, улучшению состояния и повышению урожайности существующих фисташковых лесов [2-3].

Работы, по селекционной оценке ценных форм фисташки, проводились по разработанной методике УзНИИЛХ. При этом формы были оценены по однородности, размеру и массе плодов фисташки настоящей, количеству ядра, количеству раскрытых плодов, объёму урожая, возможности и продолжительности плодоношения, стабильности качественных показателей и устойчивости к различным неблагоприятным факторам и вредителям [4].

Один из основных показателей, определяющих качество плодов фисташки настоящей – крупноплодность. В проведенных опытах можно наблюдать, что на вегетативно размноженных деревьях ценные признаки маточных деревьев не сохраняются или же они частично изменяются.

Степень одномерности плодов фисташки настоящей, отобранной на территории Бабатаг, в Сарайкургане и Галляарале была на промежутке 67,8–86,7%. Селекционная оценка по этому показателю была проведена по 3-х балльной шкале. Количество одномерных плодов во всех формах фисташки, произрастающих в Сарайкургане, было свыше 80% и оценено 3-мя баллами. Самые низкие показатели одномерности плодов наблюдались у форм 518-Г и 521-Г на территории Галляарала, при этом, количество одномерных плодов по формам составило соответственно 67,8% и 73,3% и оценено 2-мя баллами. Хотя биометрические показатели плодов были больше в Галляарале, в Сарайкургане преобладало количество одномерных плодов.

Формы фисташки, размноженные прививкой, не полностью сохраняют качественные показатели плодов материнского дерева. В качестве причин этому можно указать биологические и экологические особенности подвоя, микроклиматические и почвенные условия местности. По результатам исследований в формах фисташки, размноженных прививкой, в Сарайкурганском лесхозе и Галляаралской опытной станции выявлена заметная положительная изменчивость (рисунок 1).

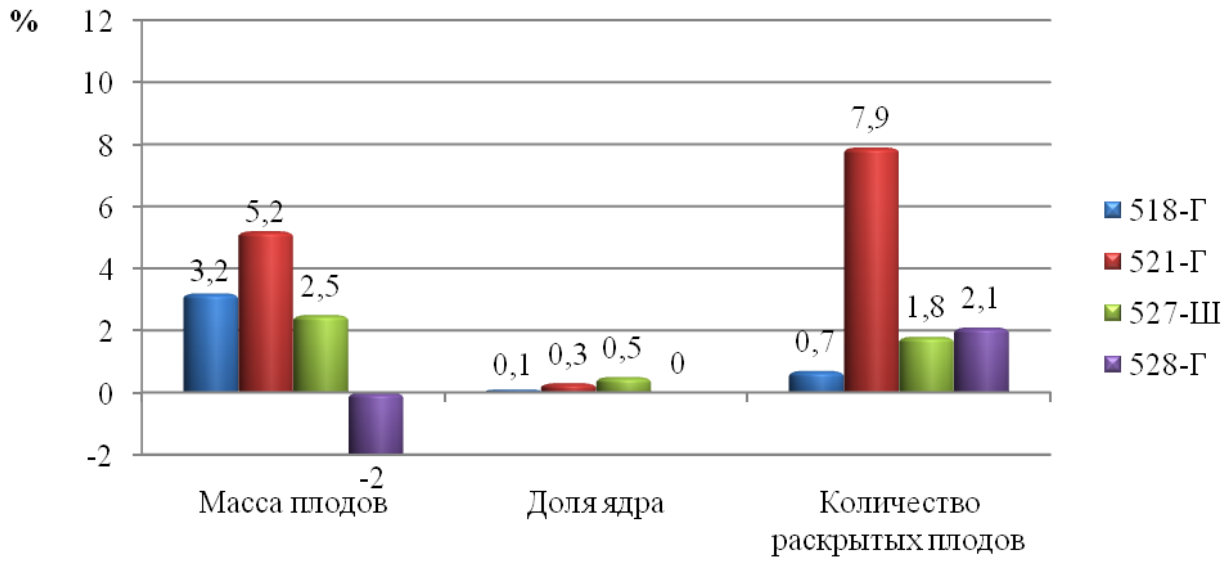


Рисунок 1 - Изменчивость качественных показателей плодов у привитых деревьях фисташки настоящей в Сарайкургане (сравнительно с материнским деревом)

Самая высокая урожайность отобранных деревьев наблюдалась в Галляарале. Форма 518-Г в период с 2007 года ежегодно давала урожай 3,2 кг/дерево, и этот показатель был выше на 200,0%, чем в Сарайкургане. Точно такой же высокий показатель наблюдался и у формы 527-Ш: если средняя урожайность с одного дерева в Сарайкургане была 1,5 кг, то в Галляарале этот показатель был равен 2,3 кг (153,3%). В обеих территориях самая низкая урожайность наблюдалась у формы 528-Г: в Сарайкургане – 1,40 кг/дерево, а в Галляарале – 1,37 кг/дерево. Возраст деревьев составлял 20 лет (таблица 1).

Таблица 1 - Урожайность форм фисташки настоящей

Форма	Средний показатель			Балл
	С 1 м^{3}кроны, г	С 1 дерева, кг	С 1 гектара, ц	
Сарайкурганский лесхоз				
518-Г	111,8±4,30	1,6	2,63	3
521-Г	113,1±4,54	1,7	2,86	3
527-Ш	99,3±4,56	1,5	2,46	3
528-Г	86,2±3,28	1,4	2,35	2
Галляаралский лесхоз				
518-Г	129,4±5,66	3,2	5,38	4
521-Г	92,0±5,32	2,1	3,53	3
527-Ш	98,3±5,30	2,3	3,92	3
528-Г	64,6±5,78	1,37	2,30	2

При создании плантаций фисташки рекомендуется использовать сорта с различными сроками цветения и созревания плодов. Такое размещение уменьшает вероятность повреждения цветов фисташки весенними заморозками, увеличивает шансы опыления и обеспечивает осуществление сбора урожая поэтапно. В целях сохранения будущего урожая в период сбора плодов следует принять меры для предотвращения повреждения и выпадения генеративных почек. Для создания плантаций в Сарайкурганском лесном хозяйстве рекомендуются перспективные формы 518-Г, 521-Г, 527-Ш, 528-Г как наиболее урожайные, крупноплодные и устойчивые к неблагоприятным факторам окружающей среды, а также вредителям.

Список использованных источников:

1. Padulosi S., Hadj-Hassan A. Project on Underutilized Mediterranean Species. *Pistacia:* towards a comprehensive documentation of distribution and use of its genetic diversity in Central & West Asia, North Africa and Mediterranean Europe. Report of the IPGRI Workshop, 14–17 December 1998, Irbid, Jordan, 2001.

2. Kayimov A.K., Sultanov R.A., Chernova G.M. *Pistacia* in Central Asia // Project on underutilized Mediterranean species. *Pistacia*: towards a comprehensive documentation of distribution and use of its genetic diversity in Central & West Asia, North Africa and Mediterranean Europe. Report of the IPGRI Workshop. – 1998. – С. 14-17.

3. Kholmurotov M.Z. The factors that affect productivity of pistachio (*Pistacia vera* L.) for the following year. International Journal of Applied and Pure Science and Agriculture. - 2017. - №3(4). – P. 22–24.

4. Холмуротов М.З. Урожайность местных форм фисташки настоящей при вегетативном размножении в Узбекистане. Мичуринский аграрный вестник. - 2016. – №4. – С. 42–47.

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВЕЧНОЗЕЛЁНЫХ КУСТАРНИКОВ В УЗБЕКИСТАНЕ

Кайимов А., Чоршанбиев Ф.М.
Ташкентский государственный аграрный университет, Узбекистан
a.kayimov@mail.ru

На сегодняшний день 50% населения мира проживает в городах, к 2050 году эта цифра достигнет 66%. Быстрый рост населения требует использования декоративных вечнозеленых растений, устойчивых к городской среде, в улучшении городской инфраструктуры.

В Узбекистане с каждым годом возрастает объём благоустройства и озеленения как одних из важных государственных мероприятий, направленных на коренное улучшение условий жизни города. Достойное место в оформлении ландшафта занимают интродуцированные вечнозеленые кустарники. Благодаря им можно красочно и быстро оформить любой участок земли, создавать простые выразительные композиции, максимально отвечающие своему функциональному назначению. Они более устойчивы к неблагоприятным факторам городской среды, легче приживаются на постоянном месте, и уход за ними требует меньших затрат. Они как вечнозеленые кустарники вырабатывают фитонцидные вещества, впоследствии очищают воздух города от разных вредных микробов. Ниже приводятся биологические свойства некоторых вечнозелёных декоративных кустарников, успешно растущих в условиях г. Ташкента.

Буддлея (*Buddleja*) - род цветковых растений, который ранее относили к семейству Буддлеевые (Buddlejaceae). По информации базы данных род включает 141 вид. Самый популярный кустарник для наших садовников. Достоинствами этого растения являются разнообразие цветовой палитры соцветий, а также их форма. Она может быть шарообразной, колосовидной, султановидной или в виде рассыпанных по стеблям метелок. Дизайнеры нередко составляют сочетания с переходящей тональностью. Кустарнику можно придать эффектный вид, обрезав нижние ветки и поместив его в вазоны. Цветет с середины лета до начала осени, иногда до середины. Вырастает на высоту среднего деревца, до трех-пяти метров. Цветет не больше десятка лет, но при культивировании черенками цветения можно получить сразу, в первый же год. Ввиду этого буддлея - более чем уместная составляющая для участка.

Рододендрон (*Rhododendron*) - род растений семейства Вересковые (Ericaceae), объединяющий более 80 видов преимущественно вечнозелёных, полулистопадных и листопадных кустарников, изредка небольших деревьев. Рододендроны распространены главным образом в умеренном и субтропическом поясах Северного полушария, при этом наибольшее разнообразие видов можно наблюдать в Южном Китае, Гималаях, Японии, Юго-Восточной Азии, а также в Северной Америке. Встречаются также в Южном полушарии - в Новой Гвинее и на северо-востоке Австралии. Растения сильно отличаются по размерам: некоторые виды достигают высоты 30 м, но есть и стелющиеся кустарники. Размер цветков - от крохотных до имеющих более 20 см в диаметре. В России в естественных условиях встречается до 18 видов (и разновидностей), главным образом на Кавказе (например, Рододендрон жёлтый и Рододендрон кавказский), в Сибири и на Дальнем Востоке. Рододендрон представлен деревьями, кустарниками и кустарничками. Листья разнообразные по форме и размеру, многолетние, двулетние или однолетние, сидячие или с черешками, очередные, цельнокрайние, реже пильчатые, яйцевидные, обратнояйцевидные, опушённые. Цветки обоеполые, с крупным, слегка неправильным венчиком жёлтого, розового или пурпурно-фиолетового цвета, собраны в кисти или щитковидные соцветия, реже - одиночные или по два. Плод представляет собой пятистворчатую многосемянную коробочку, раскрывающуюся сверху вниз. Семена палочковидные, от 0,5 до 2 мм в длину. Растёт рододендрон как одиночно, так группами и зарослями, чаще в подлеске, по горным склонам поднимается до альпийского пояса гор.

Также растёт на болотах, марях и в тундре. Предпочитает безизвестковые, влажные, но хорошо дренированные почвы без застойного увлажнения. Требуется высокая влажность воздуха, небольшое затенение деревьями и кустарниками. Растёт рододендрон медленно, особенно в первые годы. Корневая система поверхностная, компактная, из многочисленных мочковатых корней. Размножается семенами, черенками, отводками и делением. Является хорошим ранневесенним медоносом.

Пираканта (*Pyracantha*) - род колючих вечнозелёных кустарников из семейства Розовые (Rosaceae). Виды рода распространены в Юго-Восточной Азии, а также (только *Pyracantha coccinea*) на юге Европы. Широко используется в культуре как декоративное растение, в том числе на Черноморском побережье Кавказа в районе Сочи, а также в Крыму. Род включает не менее 6 видов. Пряморастущие или раскидистые кустарники, могут достигать 6 м в высоту. Белые цветки собраны в щитковидные соцветия. Плоды — красные, ярко-оранжевые или жёлтые мелкие, ягодоподобные, яблоки, поэтому ранее род относили к подсемейству Яблоневые, но в современной системе он отнесён к Спирейным. Пираканты очень популярны, как декоративная культура в зонах с мягким климатом. Наиболее холодостойкие сорта, происходящие от пираканты узколистной и пираканты алой, выдерживают зимы с минимальными температурами не ниже −20°C. Пираканты ценятся за обильное цветение и столь же обильное и красочное плодоношение. Они могут выращиваться отдельными кустами, группами или в виде живых изгородей. Густая листва и обилие ягод делают посадки очень привлекательными для птиц. Пираканта, также как и кизильник - хороший медонос. В культуре пираканта несложна, хотя колючие стебли затрудняют обрезку. Она терпит разные почвы и полутень. Выращивать её можно из семян или зелёных черенков. Растёт достаточно быстро. Успешно растет в условиях г. Ташкента и создаёт хороший ландшафт.

Ладанник (*Cistus*) – род многолетних кустарниковых или полукустарниковых растений семейства Ладанниковые (Cistaceae). Научное название произошло от др.-греч. лат. Kisthos - название рода у Теофраста и Диоскорида. За сходство цветков с цветками шиповника ладанник иногда называют «скальной розой» и «каменным розаном». Русскоязычное название связано с выделяемой некоторыми растениями рода ароматической смолой, из которой получают ладанное масло. Невысокие ветвистые кустарники с войлочным опушением, изредка полукустарники. Листья супротивные, без прилистников, у некоторых видов иногда клейкие. Листья и молодые побеги ладанника ладаноносного (*Cistus ladanifer*) и ладанника критского (*Cistus creticus* subsp. *eriocephalus*) содержат желёзки, выделяющие ароматическую смолу. Чашелистиков пять, реже три, все одинаковые или два наружных отличаются от внутренних; лепестков пять, красных, розовых или белых, у основания жёлтых; тычинок много, все плодущие; рыльце большое, головчатое, сидячее или на столбике [1]. Плод - многосемянная коробочка, из пяти плодолистиков, раскрывающаяся пятью крупными щелями до середины или почти до основания, у ладанника монпельенского (*Cistus monspeliensis*) коробочка вскрывается только на верхушке пятью назад отогнутыми зубцами. Встречаются в основном в Средиземноморье, от Канарских островов до Южного Крыма, Западного Закавказья и Ирана. Подавляющее большинство видов произрастают на Пиренейском полуострове и в Марокко. Ладанник шалфеелистный (*Cistus salvifolius*) и ладанник крымский внесены в Красную книгу Краснодарского края.

Барбарис Юлиана (*Berberis julianae*) - кустарник, вид рода Барбарис (*Berberis*) семейства Барбарисовые (Berberidaceae). Барбарис Юлиана - вечнозелёный кустарник 0,5-2 м (в ареале до 3-4 м) высоты, выпрямленной формы с очень плотной, густоветвистой почти шаровидной кроной. Ветви прямостоячие, серовато-желтые, с возрастом ветви дугообразно свисают вниз. Побеги желтоватые, ребристые, в молодости не опушённые. Колючки 1-3 см длины, трехраздельные, мощные, жесткие. Листья простые, цельные 3-10 см длины, около 2,5 см ширины, овально-ланцетные или обратно яйцевидно-ланцетные, тупые или коротко заостренные, густопильчатые, с 12-20 мелкими, шиповато-колючими

зубцами с каждой стороны, голые, жесткие, кожистые, сверху темно-зеленые, глянцево-лоснящиеся, снизу палевые и слабо блестящие. Корневая система состоит из мощного слаборазветвленного и широко распростёртого основного корня. Цветки 1 см диаметром, желтые, снаружи иногда красноватые, собранные в малоцветковые пучки. Цветоножки до 1,5 см длины. Цветет в июне. Плоды 0,8-0,9 см длины, продолговатые, сине-черные, с плотным белым восковым налетом, с коротким столбиком [2]. Родом из Центрального Китая (Гуанси, Гуйчжоу, Хубэй, Хунань и Сычуань). В горы поднимается на высоту 1000-1500 м над уровнем моря. Предпочитает солнечные и полутенистые места. Растёт на почве от умеренно сухой до влажной, как на кислой, так и на щелочной. Морозостоек до минус 29°С.

Лаванда узколистная, или Лаванда настоящая (*Lavandula angustifolia*) - травянистое растение, вид рода Лаванда (*Lavandula*) семейства Яснотковые (Lamiaceae). Родиной считается французское и испанское побережье Средиземного моря; натурализовано повсеместно в Европе, Северной Африке и Северной Америке. В России произрастает на Черноморском побережье Кавказа, в Крыму. Вечнозелёный, сероватый от опушения полукустарник высотой 30-60 (100) см, с сильным запахом. Корень стержневой, деревянистый, в верхней части ветвистый. Нижние одревесневающие ветви сильно разветвлённые, приподнимающиеся, несущие многочисленные молодые побеги; цветоносные побеги четырёхгранные с длинным верхним междоузлием. Листья супротивные, сидячие, продолговато-линейные, с завёрнутыми краями, 2-6 см длиной, зелёные или серо-зелёные от опушения. Цветки собраны в ложные мутовки, образующие колосовидные соцветия. Венчик двугубый, длиной около 1 см, обычно голубовато-фиолетовый, опушённый. Плод состоит из четырёх орешков, заключённых в остающуюся чашечку. Все части растения содержат эфирное (лавандовое) масло: листья - до 0,4%, стебли - до 0,2%, значительное количество его накапливается в соцветиях - 3,5-4,5% (по другим данным, 0,8-1,6%). Главной составной частью масла (30-60%) являются сложные эфиры спирта *L*-линалоола и кислот (уксусной, масляной, валериановой и капроновой). Кроме того, в нём обнаружены цинеол, гераниол, борнеол и др. В народной медицине спиртовые растворы масла лаванды и цветки использовали при лечении мигрени, неврастении, ревматизма, сердечно-сосудистых заболеваний, при мочекаменной болезни и пиелонефрите, для лечебных ванн при воспалении суставов, как ранозаживляющее средство, при кожных заболеваниях и невралгиях, ушибах, вывихах и параличах. Ценное декоративное растение. В Крыму и на Кавказе лаванда узколистная применяется для озеленения сухих каменистых мест, создания бордюров. В Московской области может выращиваться, но плохо зимует. Большое значение имеет в борьбе с эрозией почв.

Список использованных источников:

1. Жизнь растений / Под. ред. А.Л. Тахтаджяна. - Т. 5. Часть 2. Цветковые растения. - М.: Просвещение, 1981. - 512 с.

2. Чоршанбиев Ф.М. Зирк (монография) – Ташкент: Навруз, 2018. – 118 с.

СОЛТҮСТІК ТЯНЬ-ШАНЬ ШРЕНК ШЫРШАСЫНЫҢ БИІКТІК БЕЛДЕУЛЕРІ

Келгенбаев Н.С., Ауезов Д.У., Айтеков Ғ.С.
Батыс Қазақстан филиалы ЖШС «Қазақ орман шаруашылығы және
агроорманмелиорациясы ғылыми зерттеу институты», Қазақстан zapad_lh@mail.ru

Солтүстік Тянь-Шань таулы ормандары Жоңғар Алатауы жоталарынан бастап, Кетмен, Күнгей-Алатау жоталары және Қырғыз Алатауы жоталарының шығыс бөлігі және Батыс Тянь-Шандық (Қаратау, Қоржынтау, Пскем жоталары, Ұғам, Талас Алатауының және Қырғыз жоталарының батыс бөлігі) кіреді. Солтүстік Тянь-Шань таулы ормандарында ең басты өсімдігі ол Тянь-Шань немесе Шренк шырша ағашы (*Picea sehrenkiana* Fisch. et Mey).

Шренк шыршасы Күнгей Алатауындағы ең басты орман құраушы қылқанды жапырақты ағаш түрі. Бұл қылқанды жапырақты ағаш Күнгей Алатауының барлық бөлімдерімен бірге Жоңғар Алтауы және Іле Алатауында кең таралған. Солтүстіктегі шекарасы Сауыр тауларына барып тіреледі. Шренк шыршасының ішкі айырмашлықтары көбіне экологиялық жағдайлардың әр түрлілігі мен оның өсу ортасына тікелей байланысты. Шренк шыршасының ішкі айырмашлықтарын Быков Б.А. 1950 және 1960 жылдары арлығында зерттеген [1-2]. Ал одан бұрын 1945 жылы Серебряков И.Г. шыршаның бүріне [3], ал Федоров А.И. 1960 жылы қабығының түсіне қарай әр түрлі формаларға бөлген. 1965 жылы Березин Э.Л. Шренк шыршасының өркендерінің бұтақтану дәрежесін зерттей отырып, олардың ішкі айырмашылықтарын жіктеген [4]. Қазіргі кезде Шренк шыршасының өсу аймағына қарай 3 биіктік белдеуіне бөлген. Мұндай бөлуді алғаш 1950 жылы Быков Б.А., ұсынған. Ол шыршаның ішкі айырмашылығын ажырату үшін қалқандарының ұзындығы, бөрікбастарының пішіні мен көлемі және қайта жаңаруға қабілетті секілді қасиеттеріне тоқталды. 1965 жылы Березин Э.Л. және 1966 жылы Ролдугин И.И. [5], Шренк шыршасының өсу аймағын 3 түрлі биіктік белдеуге бөлді.

Төменгі шырша белдеуі теңіз деңгейінен 1200-1400 метр биіктік пен 1500-2000 метр биіктік аралығын алып жатыр. Бұл биіктік белдеуінде тау беткейлерінің еңістігі төмендеп, қара топырақтың құнарлылығы артып, қалыңдығы тереңдей түседі. Тау беткейінің солтүстік бөлігіндегі топырақ түрі қара топырақ және қара-сұр түсті орман топырақ. Ал оңтүстік беткейдің топырағы каштанды топырақ. Осы белдеудің көп бөлігін алып жатқан шалғынды жердің қара-сұр топырағы. Шөптесін өсімдіктер түрлерінен овсяница, мятлик, ежа сборная, вейник, жусан, зизифора, патриния өседі. Ал ағаш және бұталы өсімдік түрлерінен көктерек, тау тобылғысы, бөріқарақат, тал, ұшқат және тағы басқалары өседі.

Орта шырша белдеуі бұл теңіз деңгейінен 1900 метрден басталып, 2400 метр биіктікке дейін созылып жатыр. Бұл биіктік Шренк шыршасының өсуіне және табиғи жаңаруна қолайлы белдеу. Топырағы сұр түсті таулы орман, қара түсті таулы орман және таулы шалғынды қара топырақ, шалғынды далалы, далалы топырақтардан тұрады. Шөптесін өсімдіктер жамылғысы-әр түрлі шөпті және шалғынды-дала шөптері болып келеді. Бұларға герань, жусан, патриния, зизифора, мятлик жатады. Белдеуде өсетін жалпақ жапырақты ағаш түрлеріне тау доланасы, тал мен көктерек жатады. Ал, бұталы өсімдіктер түрлерінен бөріқарақат, ұшқат, итмұрын, тау тобылғысы өседі.

Жоғарғы шырша белдеуі бұл теңіз деңгейінен 2400 метр биіктіктен басталып, 2800 метр биіктік аралығын алып жатыр. Бұл биіктік суық климматық белдеу болып табылады. Белдеудің ашық беткейлері мен бұлақ қалыптасатын террассалы бөлігінің топырағы-таулы шалғынды қара топырақ. Осымен қатар қара түсті терең орман топырақ, екінші дәрежелі таулы-шалғын қара топырақ, таулы шалғынды субальпі топырақ, таулы шалғынды торфты, таулы орманды қара-қоңыр топырақ, таудың қара топырағы мен шалғынды кәдімгі қара топырақ кездеседі. Тау беткейінің оңтүстік бөлігінде қоңыр түсті таулы дала және қоңыр түсті шалғынды дала топырақтары қалыптасқан. Бұл биіктік белдеуінде ағаш және бұта түрлерінен өсетіндері келесідей: Шренк шыршасы, көк терек,

шетен, тал, ұшқат, итмұрын, долана өседі. Шөптесін өсімдіктер түрлерінен герань, лигулярия, тимофеевка, мятлик және тағы басқалар өседі.

Березин Э.Л. (1965, 1967, 1970 жылдары) Шренк шыршасының ішкі айырмашылықтарын зерттеп, 26 түрлі формасын тапқан [4, 6]. Зерттеу барысында формалардың өркендерінің бұтақтану дәрежесіне өсу барысына және фенологиялық ерекшеліктеріне тоқталды. Төменгі белдеудегі шыршалардың өркендерінің өсуі, ортаңғы шырша белдеуімен салыстырғанда 25 күн ерте басталады. Ал ортаңғы белдеу жоғарғы шырша өсетін белдеумен салыстырғанда, 15 күн бұрын вегетациялық, кезеңді бастайды. Өркендердің өсу ұзақтығы әр жылы табиғи жағдайдың өзгеруіне байланысты әр келкі болады. 1967 жылы жүргізілген зерттеулерге қарағанда төменгі шырша белдеуінде өркендердің өсуі бар болғаны 27 күнге созылған. Ал орта белдеуде бұл көрсеткіш 30 күнді құраса, ал жоғарғы шырша белдеуінде 38 күн болған. Ал 1968 жылғы зерттеулерде тиісінше, төменгі белдеу - 18 күн, орта белдеу - 21 күн, ал жоғарғы шырша белдеуінде 24 күнге созылған. Тау бөктеріне биік көтерілген сайын ауа температурасы төмендеп, жауын-шашын көлемі артады. Бұл Шренк шыршасының вегетациялық кезеңінің ұзақтығын әсер етеді. Өркендер өсуі көбіне маусым, шілде айларында басым болады. Қорыта келгенде ауа-райы қолайлы жылдары Шренк шыршасының вегетациялық кезеңінің ұзақтығы артып жақсы өсетіні байқалған. Биіктік белдеулері өзгерген сайын өркендердің өсуі, ағаштың бөрікбасының пішіні, өсім көрсеткіштері және морфологиялық белгілері өзгеріп отырады.

Кезінде жүргізілген зерттеулер нәтижесі бойынша Күнгей Алатауының өсімдіктер мен жануарлар әлемі, топырағы, жер бедері биіктік белдеулеріне байланысты өзгеріп, жаңарып отыратынын көрсетті. Күнгей Алатауының, Іле Алатауымен топырақ және өсімдіктер әлемі өте ұқсас, тек айырмашылығы Күнгей Алатауының ауа-райы салқын болып келуіне байланысты мұнда жемісті жапырақты ағаштар белдеуі кездеспейді және әрбір биіктік белдеулері теңіз деңгейінен 200-300 метрге жоғарылап кетеді.

Қазіргі таңда табиғи жаңарудың азайып кетуі ол климаттың өзгеруіне тікелей байланысты болып келеді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі:

1. Быков Б.А. Еловые леса Тянь-Шаня, их история, особенности и типология. - Алма-Ата, 1950. - 128 с.

2. Быков Б.А. Доминанты растительного покрова Советского Союза. Т. 1. - Алма-Ата, 1960. - 315 с.

3. Серебряков И.Г. Биология тянь-шаньской ели и типы ее насаждений в пределах Заилийского и Кунгей Алатау. Тр. Бот. сада. Уч. зап. – 1945. - Вып. 82. - С. 103-122.

4. Березин Э.Л. Особенности роста форм ели Шренка с разными типами ветвления побегов. Тр. КазНИИЛХ. – 1965. - Т. 5. - С. 4-15.

5. Ролдугин И.И. О возможности пастьбы скота в еловых лесах Северо-восточного Тянь-Шаня. Труды института ботаники АН КазССР. – 1966. – Т. 23. – С. 148-179.

6. Березин Э.Л. Видовой состав популяций ели в лесах Тянь-Шаня и Джунгарского Алатау. Бот. журн. – 1970. - №4. - С. 491-498.

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ И ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ ЛОКУСОВ МИТОХОНДРИАЛЬНОГО ГЕНОМА ВЕРШИННОГО КОРОЕДА

Кирьянов П.С., Можаровская Л.В., Пантелеев С.В., Падутов А.В., Разумова О.А., Баранов О.Ю., Падутов В.Е.
Институт леса НАН Беларуси, Беларусь milamozh@yandex.ru

В настоящее время в связи с изменяющейся экологической ситуацией в ряде стран мира (США, Германия, Италия, Словакия, Чехия, Польша, Латвия и др.), включая Республику Беларусь, наблюдается значительное ослабление лесных насаждений, что приводит к развитию массовых очагов болезней и вредителей, ранее являющихся естественным фоном в лесных биоценозах. Наиболее остро данная ситуация прослеживается в хвойных лесах по причине чрезмерного развития популяций ксилофагов, и в первую очередь вершинного короеда – *Ips acuminatus* Gyll. [1-4].

По этой причине, в рамках конкретных растительных формаций, в частности сосновых, необходима оптимизация современной комплексной системы защиты с целью направленного проведения мероприятий по контролю численности вредителей. В свою очередь современные методы молекулярно-генетического анализа позволяют решить задачи, ранее не доступные или трудновыполнимые с использованием традиционных методов фитосанитарного мониторинга и защиты растений. Прежде всего, это возможность ранней диагностики инфекционных заболеваний растений, идентификация вредителей на ранних стадиях онтогенеза (яйцекладки, личинки), анализ наследственных факторов устойчивости к болезням и вредителям, установление популяционно-генетической структуры, направленности миграционных процессов вредителей и возбудителей болезней [5]. При этом, несмотря на продолжительность исследований по проблеме короедного усыхания сосновых насаждений в разных странах мира, работы по анализу особенностей биологии вершинного короеда с использованием молекулярно-генетических подходов представлены в ограниченном объеме, что, как правило, связано с незначительным числом разработанных информативных ДНК-маркеров и низкой степенью изученности генетической структуры популяций и внутривидовой изменчивости [6-7]. Материальным носителем генетической информации в цитоплазме животных организмов является ДНК митохондрий. Она представлена небольшими молекулами, как правило, замкнутых в кольцо, содержащих гены, детерминирующих РНК рибосом органелл, а также гены белков, осуществляющих различные метаболические реакции [8]. Относительно консервативный порядок генов, низкий уровень гетероплазмии и рекомбинаций делают митохондриальный геном информативным инструментом для проведения популяционно-генетических исследований насекомых-вредителей. Кроме того, материнский способ наследования мтДНК у животных видов позволяет выявить относительный вклад генетического потока, осуществляемого за счет миграции особей, в генетическую структуру популяций [9].

На момент выполнения исследований, аннотированный митохондриальный геном вершинного короеда в международных генетических базах данных отсутствовал, а выявленная генетическая изменчивость была представлена незначительным числом депонентов по ограниченному количеству локусов. Исходя из всего вышесказанного, целью данной работы являлось с использованием технологии высокопроизводительного секвенирования провести расшифровку, сборку и аннотацию митохондриального генома вершинного короеда, а также произвести предварительную оценку уровня изменчивости локусов мтДНК.

Особи вершинного короеда были собраны в очагах усыхания сосны на территории Гомельского ГПЛХО в первой декаде мая 2019 г. Для создания мтДНК-обогащенной ДНК-библиотеки была использована выборка из 50 имаго. Высокопроизводительное секвенирование выполнялось с использованием секвенатора Ion PGM Torrent (Thermo

Scientific, США). Все этапы подготовки проводили в соответствии с инструкцией фирмы-производителя с использованием наборов реагентов (Thermo Scientific, США), соответствующих техническим параметрам оборудования и протокола анализа для ДНК-библиотек размером 200 п.н.

Обработку данных секвенирования осуществляли при помощи программного обеспечения Ion Torrent Suite 5.8 (Thermo Scientific, США). Аннотацию митохондриального генома производили с помощью онлайн сервиса MITOS Web Server [9].

В целом в ходе исследования была получена компилированная первичная структура митохондриального генома вершинного короеда, размером в 19 580 нуклеотидов, 74% из которых приходилось на кодирующие последовательности. Изучение частоты встречаемости нуклеотидных оснований в мтДНК вершинного короеда показало, что доминирующими видами нуклеотидов являются A и T, суммарно составляя 78,4% от всех оснований. Анализ распределения регионов, характеризующихся повышенной частотой встречаемости определенных типов нуклеотидных оснований, в структуре мтДНК вершинного короеда показал, что участки генома, насыщенные A и T или G и C нуклеотидными основаниями, были распределены практически дисперсно. В то же время межгенный регион (rrnS-trnI(atc)) характеризовался низким содержанием G/C-нуклеотидов – менее 4%.

В ходе проведенной аннотации митохондриального генома было идентифицировано 37 кодирующих локусов, представляющих два функциональных процесса – биосинтез белка (гены рРНК (2 гена) и тРНК (22 гена)) и элементов дыхательной цепи митохондрий (гены, ассоциированные с работой цитохромов B и C (4 гена), субъединицы NADH-дегидрогеназы (7 генов), АТФ-синтазы (2 гена)). При этом детальный анализ перечня локусов показал, что оба процесса не обеспечиваются в полном объеме митохондриальными детерминантами: так из совокупности кодонов (61 шт.), использующихся в генетическом коде нами только для 22 было выявлено наличие соответствующих им тРНК. В то же время, в перечне триплетов были представлены все типы аминокислот – 20 шт., а для лейцина и серина было диагностировано по 2 изоакцепторных тРНК. Гены рибосомных белков митохондрий отсутствовали, что связано с их транслокацией в ядерный геном, а из элементов дыхательной цепи присутствуют лишь отдельные ферменты.

В ходе исследования были диагностированы различные типы нуклеотидного полиморфизма: качественные – связанные с заменой нуклеотидов, количественные – приводящие к изменениям размера изученных регионов: делеции, инсерции, дупликации. При этом аллельные варианты, связанные с делециями, инсерциями и дупликациями, в основном были выявлены в некодирующих регионах. Среди доминирующих типов SNP кодирующих локусов были диагностированы транзиции и трансверсии. Инверсии, как правило, имели динуклеотидную природу и составляли не более 3% от выявленного внутригенного полиморфизма. Также следует добавить, что большинство (97,5%) полиморфных позиций были представлены двумя нуклеотидными вариантами. Кроме того, значительная часть SNP была ассоциирована между собой, представляя определенные гаплотипические варианты мтДНК. Отсутствие генетического полиморфизма было отмечено для всех локусов тРНК. Низкий уровень аллельного разнообразия был выявлен для локусов рРНК – 5,5 SNP на 100 н.о. Среди белок-кодирующих локусов наиболее полиморфным оказался ген, кодирующий восьмую субъединицу АТФ-синтетазы – 11,3 SNP на 100 н.о. Относительно высокий уровень изменчивости был диагностирован для генов, детерминирующих субъединицы NADH-дегидрогеназы – 9,4 SNP на 100 н.о. Наименьшая степень аллельного разнообразия была выявлена для второй субъединицы цитохром-С-оксидазы – 5,6 SNP на 100 н.о.

На основании результатов секвенирования мтДНК вершинного короеда, разработан набор EST-маркеров (13 шт.), представляющих собой наиболее полиморфные регионы

кодирующих последовательностей, что позволяет использовать их для выполнения генетической диагностики на внутривидовом и внутрипопуляционном уровне.

Проведенный предварительный анализ гаплотипического разнообразия мтДНК в очагах массового усыхания сосны выявил в ряде популяций вершинного короеда значительное наличие (≈40%) «химерных» особей, содержащих более одного гаплотипа мтДНК. При этом число полиморфных позиций у «химерных» особей могло достигать 3,3 SNP на 100 н.о.

Список использованных источников:

1. Bentz B. et al. Bark beetle outbreaks in western North America: Causes and consequences. Bark Beetle Symposium; Snowbird, Utah; November, 2005. Salt Lake City, UT: University of Utah Press. 2009. - P. 42.

2. Grodzki W. et al. Bark beetles in the Tatra Mountains. International research 1998-2005-an overview. Folia Forestalia Polonica. Series A. Forestry. - 2010. - Vol. 52. №2. - P. 23-27.

3. Křivan V. et al. A dynamical model for bark beetle outbreaks. Journal of theoretical biology. - 2016. - Vol. 407. - P. 25-37.

4. Krejzar T., Trejbalova K., Vancura K. Survey of the czech forestry legislation. Legal Aspects of European Forest Sustainable Development. - P. 74.

5. Di Guistini S. et al. Genome and transcriptome analyses of the mountain pine beetle-fungal symbiont Grosmannia clavigera, a lodgepole pine pathogen. Proceedings of the National Academy of Sciences. - 2011. - Vol. 108. №6. - P. 2504-2509.

6. Heurich M. et al. Detection of windthrows and insect outbreaks by L-band SAR: A case study in the Bavarian Forest National Park. Remote sensing of environment. - 2018. - Vol. 209. – P. 700-711.

7. Kasumović L., Lindelöw A., Hrašovec B. Utjecaj gustoće predatora i zimskog mortaliteta na reprodukciju bivoltnih populacija smrekovog potkornjaka *Ips typographus* L.(Coleoptera: Curculionidae). Šumarski list. - 2018. - Vol. 142. №9. - P. 473-478.

8. Cameron S.L. How to sequence and annotate insect mitochondrial genomes for systematic and comparative genomics research. Systematic Entomology. - 2014. - Vol. 39. №3. - P. 400-411.

9. Bernt M. et al. MITOS: improved de novo metazoan mitochondrial genome annotation. Molecular phylogenetics and evolution. - 2013. - Vol. 69. №2. - P. 313-319.

СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОМ РАЙОНЕ РОССИИ

Кострикин В.А., Ширнин В.К.
Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, Россия v.kostrikin2015@yandex.ru

Территория Российской Федерации разделена на 12 экономических районов. В состав Центрально-Черноземного экономического района (далее ЦЧР) входят: Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая, Тамбовская области (Постановление Госстандарта России от 27.12.2014 № 640).

В соответствии с Перечнем лесных районов (2014), территория ЦЧР расположена в лесостепном районе европейской части Российской Федерации, за исключением небольшой площади ряда муниципалитетов Воронежской области, которые расположены в степной зоне.

На территории ЦЧР (общая площадь 168 тыс. км^2) находятся наиболее продуктивные и качественные дубравы. По данным учета на 01.01.2011 года в ЦЧР произрастало 566 тыс. га насаждений дуба черешчатого, что составляет около 20% от всей площади дубрав в России. На нагорные дубравы приходится 55%, байрачные – 32%, пойменные – 8%, боровые – 5% от общей площади дубовых лесов [1]. Экологическую роль и экономическую значимость насаждений дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) трудно переоценить. Благодаря своим средозащитным функциям, лесосырьевому значению и социальной роли дубравные экосистемы относятся к наиболее ценным лесным формациям Русской равнины. Наибольшие площади дубрав имеются в Белгородской и Воронежской областях. Доля высокоствольного дуба изменяется от 31,7% в Тамбовской до 60,4% - в Белгородской области.

Известные отечественные лесоводы М.М. Орлов и Г.Ф. Морозов обращали внимание на огромный внутривидовой полиморфизм дуба и значимость изучения хозяйственно ценных его форм. Исследование внутривидового разнообразия дуба черешчатого в России проводится около 150 лет. В работе «Дубовые леса Европейской России» [2] показывается виденье данной проблемы и отмечается деление ареала дуба в России на несколько географических районов. Анализируя научные исследования данного направления необходимо отметить в первую очередь исследования Г.Н. Высоцкого [3], который определяет несколько ведущих факторов влияющих на формирование дубовых насаждений. По его мнению, в ареале дуба на территории Российского Государства выделяется пять крупных природно-климатических районов.

Наиболее плодотворно и активно исследование дубовых лесов проводиться во второй половине XX столетия. Первоначально они были сконцентрированы в таких крупных дубравных массивах как Шипов лес и Теллермановская роща. Для решения отмеченных и других проблем ведения хозяйства в дубравах была организована в 1909 г. Шиповская лесная опытная станция, которая успешно работала до середины 70-х годов прошлого века. Сотрудниками этой станции проводились фенологические наблюдения, закладывались научно-производственные объекты, изучалось плодоношение дуба, и предлагались новые способы лесовосстановления дубрав.

Активатором исследований внутривидового разнообразия дуба послужила монография Н.П. Кобранова «Селекция дуба» [4], явившаяся первым специальным изданием в России по селекции многолетних древесных пород. В дальнейшем исследователями изучался рост и продуктивность насаждений рано- и поздно распускающихся форм дуба и закономерности их территориального распределения. Изучались почвенные экотипы и внутривидовой полиморфизм по желудям и типу трещиноватости коры, а также другие морфологические формы и ценные внутривидовые категории [5-18]. Дуб черешчатый в Центральной лесостепи характеризуется высоким уровнем изменчивости по многим биологическим признакам. Наибольшее хозяйственное

значение имеют его формы по срокам листораспускания и цветения. Поздняя форма в сравнении с ранней характеризуется повышенной продуктивностью и качеством древесины в лучших лесорастительных условиях.

Особое место отводилось работам, связанным с лесорастительным и лесосеменным районированием. Исследователями предлагалось выделять от 5 до 10 лесосеменных районов. Определяющую роль в установлении лесосеменного районирования имели результаты испытаний географических культур. Первые географические культуры дуба в ЦЧР заложены В.И. Ивановым, на площади 0,3 га в одной повторности представлено всего 5 происхождений из трех областей. Наиболее крупными по площади и представительству являются географические культуры, заложенные ЦНИИЛГиС в 1976 г. по Госпрограмме в Шиповом лесу Воронежской области. В трех повторностях на площади 14,8 га представлено 40 экотипов. Для условий бывшего СССР в 1982 году было выделено 33 лесосеменных района дуба. Этот вариант был переработан для России с выделением 22, а после приведения в соответствии с лесными районами их количество сократилось до 19 лесосеменных районов. Согласно последнему лесосеменному районированию, установленному Приказом Рослесхоза №353 от 08.10.2015 г., дуб черешчатый подразделен на 7 лесосеменных районов.

Территория ЦЧР в основном расположена во втором лесосеменном районе дуба. Только муниципальные южные районы Воронежской области входят в третий район, а северная часть Тамбовской области (Моршанский муниципальный) отошла к первому району.

Вся совокупность работ, направленная на сохранение, защиту, регенерацию, хранение репродуктивного материала, имеющая цель обеспечения постоянного существования, эволюции и доступности генресурсов *in situ* и *ex situ.* Генетические ресурсы сохраняются на генохраняемых – генресурсных объектах. Это общий термин для всех форм (категорий, единиц) сохранения генетических ресурсов, включая государственные природные заповедники, лесные генетические резерваты, сохранение генофонда насаждений или популяций *in situ* и *ex situ* в минирезерватах, генресурсных культурах и прочее: хранение образцов семян в генбанках, коллекциях клонов, семенных плантациях, дендрологические парки и пр. [19]. Объекты, на которых сохраняются генетические ресурсы дуба в ЦЧР, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Объекты сохранения генетических ресурсов дуба в ЦЧР

Объекты	Площадь насаждений дуба по регионам, га					
	Белгородская	Воронежская	Курская	Липецкая	Тамбовская	Итого
Генрезерваты	288	1656	587	0	258	2789
Заповедники	990	9636	1775	1798	2603	16802
Плюсовые насаждения	45	11	19	17	12	104
ПЛСУ	251	1163	21	56	21	1512
ЛСП	9	24	0	0	30	63
Испытательные культуры	0	5	0	0	5	10
Итого	1583	12495	2402	1871	2929	21280
Плюсовые деревья, шт	154	182	71	34	82	523

Площадь всех объектов сохранения генетических ресурсов составляет 3,8%; генрезерватов - 0,4% от общей площади дубрав. Основной специализированной формой сохранения генофонда видов древесных растений в условиях *in situ* являются лесные генетические резерваты – участки леса, адекватно отражающие генотипическую структуру их популяций, а также типичные по фитоценотическим, лесоводственным и

лесорастительным показателям для данного природно-климатического региона. Систематические работы по выделению генетических резерватов начаты с 1982 г. в соответствии с «Положением о выделении и сохранении генетического фонда древесных пород в лесах СССР». Генетические резерваты относятся к особо защитным участкам лесов на основании статьи 102 лесного Кодекса в совокупности со сведениями формы N 14-ГЛР государственного лесного реестра.

Объекты семеноводства (постоянные лесосеменные участки, испытательные культуры, лесосеменные и маточные плантации, архивы клонов плюсовых деревьев и т.п.), предназначенные главным образом для изучения и использования лишь весьма ограниченной части генофонда популяций видов-лесообразователей в целях селекции и массового производства сортовых и улучшенных семян.

Кроме указанных в таблице объектов для сохранения генресурсов, в областях ЦЧР функционируют разные по площади, целям и задачам особо охраняемые природные территории (ООПТ): заказники, памятники природы, дендрологические парки и ботанические сады. По данным проведенного рекогносцировочного натурного обследования все они характеризуются большим разнообразием лесных насаждений по возрасту, породному составу, полноте, продуктивности и санитарному состоянию. Заготовку желудей дуба черешчатого в насаждениях ООПТ для целей лесовосстановления и сохранения генофонда можно осуществлять только после соответствующего детального обследования и селекционной оценки.

Санитарное состояние насаждения генетических резерватов по мере увеличения возраста деревьев дуба (старше 170-200 лет) начинает ухудшаться. Самосев дуба, появляющийся под пологом насаждения, уже с первого года испытывает угнетение, к концу второго – становится неблагонадёжным на 70%, а на третий год полностью теряет надземную часть и не обнаруживается при учётах.

Сохранение генофонда в резерватах осуществляется путём естественного семенного возобновления, а в древостоях, не обеспеченных новыми поколениями, – содействием естественному возобновлению или созданием лесных культур (на основе генофонда местной популяции). Разработанные рекомендации НИИЛГиС [20] предлагают производству технологию восстановления разрушающихся старовозрастных участков генетических резерватов дуба, основанную на использовании естественного семенного возобновления и позволяющую воспроизводить исходную структуру микропопуляций, типичную для данных лесорастительных условий. Эффективность её использования зависит от повторяемости семенных лет с обильным урожаем желудей, обеспечивающим достаточное количество самосева. При этой технологии обязателен своевременный лесоводственный уход, как залог сохранения дубового подроста.

Генресурсные культуры необходимо создавать параллельно в двух-трех территориально разобщенных участках в условиях среды, близких материнским насаждениям. Создаваемое насаждение должно быть представлено репрезентативной выборкой генотипов в пределах 400-500 особей [19].

В связи с небольшой площадью генетических резерватов и проблематичностью их увеличения, методы сохранения генетических ресурсов необходимо дополнить приемами непрерывного «динамического сохранения» [21] при лесоэксплуатации и лесовосстановлении. Это направление должно быть наиболее перспективным для дальнейших научных исследований.

Список использованных источников

1. Науменко И.М. Дубравы центральной лесостепи: их состояние и пути восстановления. Научные записки ВЛХИ. - 1946. - Т. 9. – С. 165-179.

2. Орлов М.М. Дубовые леса Европейской России. Лесной журнал.- 1895. - №6. - С. 769-781.

3. Высоцкий Г.Н. О дубравах Европейской России и их областях. Лесной журнал. – 1913. - Вып. 13. – С. 158-171.

4. Кобранов Н.П. Селекция дуба. – М.: Новая деревня, 1925. - 40 с.

5. Ащеулов Д.И. Особенности роста и биологическая продуктивность культур дуба разного географического происхождения в Приазовской степи. Автореф. дис. к.с.-х.н. – Воронеж, 1985. – 19 с.

6. Вересин М.М. О фенологических формах дуба черешчатого и использовании их в лесоразведении. Лесной журнал. – 1958. - №3. – С. 3-16.

7. Веткасов В.К. Изменчивость параметров желудей дуба черешчатого в трех микропопуляциях Шипова леса. Генетические основы лесной селекции и семеноводства. – Воронеж, ЦНИИЛГиС, 1982. – С. 39-43.

8. Енькова Е.И. Формовое разнообразие желудей дуба черешчатого. Лесоводство, лесные культуры, охрана и защита леса, Вып. 2. - Воронеж, 1974. – С. 33-46.

9. Ефимов Ю.П. Испытание потомств плюсовых деревьев дуба черешчатого на быстроту роста. Селекция древесных растений на устойчивость и продуктивность. – Воронеж: ЦНИИЛГиС, 1994. – С. 17-27.

10. Иевлев В.В. Экотипы и формы дуба черешчатого в Воронежском заповеднике. Автореф. дисс. канд. с.-х. н. – Воронеж: ЛТИ, 1970. – 24 с.

11. Каппер О.Г. О восстановлении высококачественных дубрав в лесостепи. Научные записки ВЛТИ. – 1960. - Т. 20. – С. 35-45.

12. Краснитский А.М. Географическая, экологическая и индивидуальная изменчивость сохранения листьев дуба в зимнее время. Лесоведение. – 1968. - №6. – С. 42-48.

13. Лукьянец В.Б. Внутривидовая изменчивость дуба черешчатого в центральной лесостепи. - Воронеж: Изд. ВГУ, 1979. – 212 с.

14. Мясоедов С.С. Экотипы дуба и их влияние на эффективность культур. Лесной журнал. – 1971. - №4. – С. 133-136.

15. Плетминцева Т.И. Формы поздно- и ранораспускающейся разновидности дуба в Шиповом лесу. Труды по лесному хозяйству Шиповской ЛОС. - 1967. – Вып. 5. - С. 3-14.

16. Сухов И.В. Влияние происхождения желудей на состояние 28 – летних опытных лесотипологических культур дуба в Воронежской области. Биологические основы селекции растений. Воронеж: Изд. ВГУ, 1985. - С. 110-118.

17. Ширнин В.К. Влияние фенологических форм и почвенных экотипов дуба черешчатого на продуктивность и качества дубрав Центральной лесостепи. Автореф. дис. к. с.-х. н. – Воронеж: ВЛТИ, 1970. – 24 с.

18. Шутяев А.М. Испытание потомств плюсовых и минусовых деревьев дуба черешчатого в Шиповом лесу. Лесоведение. – 2000. - №2. – С. 37-43.

19. Ирошников А.И. Положение о сохранении генетического фонда древесных пород в лесах России. – Воронеж: НИИЛГиС, Рукопись, 2005. – 41 с.

20. Фабричный Б.И. Рекомендации по восстановлению генетических резерватов дуба в Шиповом лесу. – Воронеж: НИИЛГиС, 2004. – 12 с.

21. Тараканов В.В., Горошкевич С.Н., Политов Д.В., Крутовский К.В. Проект национальной программы «Изучение, сохранение и рациональное использование лесных генетических ресурсов России». Материалы 4-го международного совещания «Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири», 24-29 августа 2015. Барнаул: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2015. – С. 198-208.

ИНДЕКСНАЯ ОЦЕНКА ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР «ГИБРИДОВ» ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Крекова Я.А., Чеботько Н.К.
Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Казахстан yana24.ru@mail.ru

Лесная селекция направлена на улучшение качества и повышение продуктивности лесных насаждений. В нашей стране основательные исследования в этой области стали проводиться с 1961 г. Одним из важных методов селекции является гибридизация, при которой появляется возможность получить новые комбинации генов, отличающиеся от родительских. В результате внутривидовой гибридизации из полученных форм отбираются те, которые отвечают поставленным задачам. В данном исследовании рассматривается быстрота и стабильность роста гибридного потомства сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в высоту.

Испытательные культуры «гибридов» плюсовых деревьев сосны обыкновенной первой генерации были созданы заведующим лабораторией селекции, к.б.н. В.И. Мосиным и научным сотрудником, к.с.-х.н. А.И. Бреусовой в Акмолинской области в 1986 г. Для испытания гибридного потомства сосны обыкновенной было проведено контролируемое скрещивание клонов плюсовых деревьев с деревом нормальной селекционной ценности № 1 (метод топкрос). Двухлетние сеянцы были высажены на опытный участок блоками 16×16 м (делянка одной семьи), с размещением 2×2 м^2. Испытательные культуры представлены 27 семьями, где общее количество высаженных растений в блоке составило 64 экземпляра.

На протяжении всего испытательного периода за растениями в культурах велись наблюдения за ростом в высоту и диаметром ствола на высоте 1,3 м. Для проведения индексной оценки (ранговый анализ) потомства по высоте и темпам прироста в различном возрасте (8, 9, 10, 14, 15, 22, 27, 31) была применена методическая разработка В.М. Роне, Я.Э. Кавац и И.И. Бауманис [1]. Результаты индексной оценки по высоте приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Средняя высота гибридных семей в определенном возрасте и ее ранговая оценка

Семья	Высота (м) в определенном возрасте, лет								Среднее значение стандарти-зированного отклонения	Ранг по высоте
	8	9	10	14	15	22	27	31		
37*1	2,55	3,16	3,81	5,93	6,38	8,69	12,62	12,95	0,015	1
49*1	2,57	3,30	3,96	6,02	6,54	8,86	9,77	13,45	0,013	2
53*1	2,57	3,20	3,79	6,07	6,60	8,68	9,66	12,91	0,010	3
48*1	2,52	3,19	3,83	5,83	6,30	8,89	10,00	13,12	0,010	4
71*1	2,54	3,12	3,77	5,86	6,33	9,04	10,10	12,92	0,009	5
45*1	2,49	3,16	3,87	5,88	6,44	8,78	10,00	12,76	0,009	6
72*1	2,27	2,99	3,70	5,86	6,48	9,46	10,35	13,33	0,008	7
17*1	2,46	3,09	3,72	5,72	6,28	8,80	10,10	13,40	0,008	8
25*1	2,29	3,03	3,71	5,82	6,34	9,15	10,25	13,28	0,007	9
50*1	2,49	3,15	3,79	5,72	6,25	8,37	9,68	13,14	0,006	10
53*1	2,31	3,00	3,67	5,74	6,30	9,13	10,13	13,22	0,006	11
38*1	2,34	3,04	3,78	5,50	6,00	9,17	10,17	13,42	0,006	12
13*1	2,28	2,87	3,49	5,46	6,02	8,67	9,81	13,25	0,000	13
35*1	2,25	2,98	3,62	5,59	6,03	8,30	10,13	12,13	0,00	14
73*1	2,21	3,01	3,62	5,51	6,00	8,39	9,33	12,94	-0,001	15

В результате индексной оценки по высоте были выделены семьи гибридного потомства, отличающиеся наилучшими показателями высот на протяжении всего периода испытания. В пятерку лучших были отнесены семьи: 37*1, 49*1, 53*1, 48*1, 71*1, средняя высота которых в 31 год колеблется в пределах от 12,91 до 13,45 м. Краткая таксационная характеристика родительских деревьев приведена в таблице 2. Материнские деревья на момент проведения опытов имели разный возраст, поэтому проанализируем по высоте деревья одного возраста (возьмем только 70-летние плюсовые деревья).

Таблица 2 - Основные таксационные показатели родительских деревьев

Номер плюсового дерева	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр ствола на высоте 1,3 м, см	Бессучковая зона, см
1	70	17,5	19,0	10,5
6	60	18,0	23,0	11,0
28	70	22,1	27,0	7,8
37	55	16,6	21	7,3
44	90	22,9	32,0	11,4
48	80	22,0	26	-
49	70	20,7	23,0	12,0
53	70	20,0	24,0	13,0
71	70	23,5	20,0	12,5
1 (тестер)	80	18,5	21	11

Из приведенных данных в таблице 2 следует, что 70-летние плюсовые деревья №1, 49, 53, 71 характеризуются разной интенсивностью роста по высоте. Среди них выделяется дерево №71, оно превышает по высоте деревья №№1, 49, 53 на 2,8-6,0 м, а по диаметру ствола оно меньше деревьев 49 и 53 на 15-20% и больше дерева №1 на 5%. Однако, ранговая оценка по высоте (таблица 1) показала, что гибридное потомство, полученное при скрещивании плюсового дерева №71 с деревом нормальной селекционной ценности, занимает пятое место, что может свидетельствовать о влиянии на потомство отца (опылителя).

Кроме генетических факторов на рост и развитие испытательных культур оказывают воздействие факторы внешней среды (климат, почвы, конкуренция и др.), которые определяют их темпы прироста. Проведенная нами индексная оценка по темпам прироста показала, что наибольшая стабильность по данному параметру была у семей: 28*1, 6*1, 37*1, 44*1,34*1 (таблица 3).

Таблица 3 – Регрессия средних высот гибридных семей в определенном возрасте и оценка темпа прироста

Семья	Уравнение регрессии	Отклонение абсолютного значения темпа прироста	Ранг по темпу прироста	Сумма отклонений по высоте и темпу прироста	Итоговый ранг
28*1	-28,964+2,07x	1,976	1	1,962	1
6*1	-28,670+2,05x	1,792	2	1,780	2
37*1	-28,053+2,06x	1,406	3	1,421	3
44*1	-27,243+1,98x	0,900	4	0,897	4
34*1	-27,134+1,95x	0,831	5	0,812	5
5*1	-27,095+1,96x	0,807	6	0,796	6
27*1	-27,042+1,97x	0,774	7	0,772	7
72*1	-27,013+1,99x	0,756	8	0,764	8
38*1	-26,894+1,97x	0,681	9	0,687	9
30*1	-26,794+1,95x	0,618	10	0,610	10

36*1	-26,617+1,94x	0,508	11	0,501	11
25*1	-26,594+1,96x	0,493	12	0,500	12
42*1	-26,527+1,92x	0,452	13	0,439	13
13*1	-26,469+1,94x	0,415	14	0,415	14
53*1	-26,429+1,95x	0,390	15	0,396	15

Различия видов по темпам прироста в период до его кульминации были описаны регрессионным уравнением. Наиболее стабильный темп прироста у семей 28*1, 6*1, 37*1, 44*1 и 34*1, которые заняли первые 5 рангов.

Стабильная интенсивность роста в течение всего анализируемого периода была выявлена у семьи 37*1, которая заняла первую позицию в рангах по средним высотам и третью по темпам прироста.

Некоторые анализируемые семьи показали выраженные различия между рангами по высоте и темпам прироста. Так, значительный скачок с 3 ранга по высоте на 26 ранг по темпу прироста был отмечен у семьи 53*1. Из полученных данных можно сделать предположение, что данная семья выбилась в лидеры по высоте из-за интенсивных приростов в определенные промежутки. Но, т.к. интенсивный прирост был непостоянным на протяжении всего периода испытаний, суммарный ранг пришелся на одно из последних мест в индексной оценке. Аналогичная или обратная ситуация (низкая высота, но стабильный темп прироста) и у семей: 16*42, 45*1, 42*1, 71*1,44*1 и др. Остальные анализируемые виды характеризуются стабильностью роста, но по результатам индексной оценки являются отстающими по сравнению с лидирующими семьями.

Таким образом, на основании проведенного анализа была выделена перспективная семья «гибридов» плюсовых деревьев сосны обыкновенной первой генерации по стабильности роста: 37*1, которая по результатам итоговой индексной оценки заняла 3 ранг. Экспериментальные данные свидетельствуют о возрастной стабильности средних значений признаков роста у семей 72*1 и 25*1, у которых отмечено незначительное понижение рангов на 1-3 позиции. Так по высоте семья 72*1 заняла 7 ранг, а 25*1 - 9, при этом ранги по темпам прироста 8 и 12 соответственно.

Список использованных источников:

1. Роне В.М., Кавац Я.Э., Бауманис И.И. Селекционная оценка потомств сосны и ели. Лесоведение. – 1976. – №5. – С. 30-38.

КЛОНЫ *PINUS CEMBRA* L. В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Кузнецова Г.В.
Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН (ФИЦ КНЦ СО РАН), Россия
galva@ksc.krasn.ru

Сосна кедровая европейская (*Pinus cembra* L.), растет в горах Средней и Западной Европы на высоте от 1300 до 2000 м. Произрастает в условиях сравнительно мягкого континентального климата с небольшими отрицательными температурами воздуха в зимний период -8,8°С. Отдельные изолированные участки насаждений этого вида встречаются в Карпатах. Лесохозяйственные запасы практически исчерпаны. Кедр европейский – медленно растущее дерево, которое только после шестидесятилетнего возраста начинает цвести и размножаться; доживает до нескольких сот лет. Многие исследователи считают, что сосна кедровая европейская - плейстоценовый реликт, редкий вид. Для охраны этого ценного вида организован ряд заказников. Сосна кедровая европейская широко разводится в культурах Австрии, Германии, Швейцарии, Франции, Польши, Румынии, в западных районах Украины и Прибалтике в ряде стран Северной Европы - Норвегии, Швеции, Исландии. В центральных и северных областях европейской части России он встречается в ботанических садах и дендрариях. В лесных культурах пока не встречается. От сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) отличается более медленным ростом, раскидистой кроной, менее крупными шишками и семенами. Способы размножения и искусственного выращивания кедров европейского и сибирского во многом схожи.

Объектом исследования являются привитые на сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) черенки сосны кедровой европейской (*Pinus cembra*), далее называемой кедром европейским. Прививки кедра европейского созданы в 1963 г. в Красноярской лесостепи на территории экспериментального опытного хозяйства Погорельской бор. В данных условиях климат резко-континентальный, годовая норма осадков составляет 410 мм, среднегодовая температура 1,3°С, сумма температур выше 5°С – 1968°С.

Целью работы являлось изучение роста и развития 50-летних прививок кедра европейского в многолетней динамке в условиях Красноярской лесостепи.

Наблюдения за прививками кедра европейского на сосне обыкновенной показали положительный эффект влияния подвоя сосны обыкновенной на прививку, это отразилось на быстроте роста и устойчивости прививки в данных условиях. При создании прививочных лесосеменных плантаций вопрос о влиянии подвоя на привой представляет не только теоретический, но и в большой степени практический интерес.

Тем не менее, выявлены видовые различия роста и совместимости кедровых сосен на подвое сосны обыкновенной. При прививке сосна стимулирует рост кедровых сосен до определенного возраста. В возрасте 20-40 лет у подвоя сосны обыкновенной в зависимости от ее обусловленного ритма роста, начинается снижение активности роста, в то время как привой кедра европейского еще активно растет и в результате проявляется несовместимость компонентов прививки. Разный ритм роста погодичной изменчивости ширины годичных колец компонентов прививки является одной из причин их несовместимости [1]. Если у гетеропластических прививок кедра сибирского проявляется несовместимость уже в возрасте 25 лет, то у кедра европейского после 40 лет наблюдается небольшое постепенное увеличение несовпадение приростов по диаметру подвоя и привоя, которое увеличивается к 50 годам. Такая разница радиальных приростов по диаметру у компонентов прививки с возрастом проявляется еще больше. Резкого перерастания подвоя привоем и, наоборот, у компонентов прививки кедра европейского не наблюдается, появляется трещина в зоне контакта привитых компонентов, пожелтение хвои и дерево начинает усыхать.

Наследственные особенности прививок кедра европейского проявляются в сезонном развитии, их реакции на погодные условия изменчивостью длины хвои и охвоенностью

побегов. У кедра сибирского начало вегетации, рост хвои начинается раньше на 10 дней, чем у кедра европейского, а в отдельные годы разница в датах начала вегетации и роста хвои у этих видов колеблется от 8 до 16 дней. Различия в сроках начала роста прививок по годам обусловлены метеорологическими условиями в данном районе выращивания и тесно связаны с показателями континентальности климата мест произрастания маточных деревьев, суммой температур. Температура воздуха, при которой начинается рост прививок того или иного происхождения, почти не изменяется по годам. Так, прививки кедра сибирского начинают вегетацию при максимальной температуре более 17°С, среднесуточной температуре воздуха более 7°С, прививки кедра европейского - при температуре выше 20°С, среднесуточной температуре - 13,0°С.

Анализ статистических данных сравнения длины хвои прививок кедра европейского и у разных клонов кедра сибирского выявил определенные популяционно-видовые различия. Среди исследуемых разных клонов кедра сибирского и клона кедра европейского, у прививок кедра европейского отмечается наименьшая длина хвои (9,5 см), наибольшая длина хвои наблюдалась у кедра сибирского (13,3 см.), черенки для которого взяты с деревьев равнинных популяций. Такое различие по длине хвои между данными клонами сохраняется и в многолетнем цикле с дифференциацией роста хвои по годам, что характерно для всех хвойных. Данный признак закреплен генетически и менее подвержен воздействию внешних факторов, в основном варьирует длина хвои по годам [2]. Более подвержена воздействию различных факторов среды (климатических, эдафических, биотических) охвоенность побегов. Наибольшее число хвоинок на единицу побега (7 шт.) отмечено у клона кедра европейского при высоком уровне изменчивости 34%. У клонов кедра сибирского наибольшее число хвоинок от 2 до 5 штук (при уровне изменчивости 18%.). Продолжительность жизни хвои прививок кедра сибирского в условиях Красноярской лесостепи составляет 4 года, кедра европейского - 5 лет.

Отмечено постоянное семеношение прививок кедра европейского в многолетнем цикле, с качественными и полнозернистыми семенами. Макростробилы с прививок кедра европейского значительно больше по размеру, чем у прививок кедра сибирского, средняя длина составляет 64,5 мм, ширина - 50 мм. По литературным данным у взрослых деревьев кедра европейского размеры женских шишек меньше, чем у кедра сибирского [3].

Создано семенное и вегетативное потомство кедра европейского (возраст прививки 8 лет). Учитывая возрастную несовместимость компонентов прививки на подвое сосны обыкновенной, вегетативное потомство кедра европейского создано на одновозрастном подвое кедра сибирском и также отличается постоянным семеношением.

В результате проведенных исследований в Красноярской лесостепи с резко континентальным климатом выявлено, что 50-летние прививки кедра европейского из Карпат не уступают по показателям роста и развития прививкам кедра сибирского из местных популяций [4]. Эти данные свидетельствуют о высокой норме адаптации кедра европейского, что обычно не типично для реликтовых растений. Полученные результаты по репродуктивному процессу позволяют оценить кедр европейский с точки зрения интродукции и выделить как сорт–клон и рекомендовать для семенных и озеленительных хозяйств.

Список использованных источников:

1. Савва Ю.В., Яковлева А.Ю., Ваганов Е.А., Кузнецова Г.В. Реакция прививок кедра сибирского на изменения климатических факторов. Лесное хозяйство. – 2004. - №5. – С. 36-38.

2. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. - М.: Наука, 1972. - 284 с.

3. Титов Е.В. Кедр. – М: Колос, 2007. – 152 с.

4. Кузнецова Г.В. Опыт создания клоновой плантации кедровых сосен в красноярской лесостепи. Хвойные бореальной зоны. - 2007. - №2-3. - С. 217-224.

ЭТАПЫ СОРТОИСПЫТАНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОГО СОРТА СОСНА «ОСТРОГОЖСКАЯ»

Кузнецова Н.Ф.
Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, Россия ecogenlab@gmail.com

Центрально-Черноземный район (ЦЧР) огромный индустриально-сельскохозяйственный ландшафт. По прогнозам, он входит в зону наибольшего риска, где ожидается снижение продуктивности и устойчивости лесных экосистем [1]. За предыдущих два столетия, сбалансированное веками, соотношение между степью и лесом было сильно нарушено в результате сведения 2/3 лесов, и в последние десятилетия усилилось в связи с глобальным изменением климата. Отмечается увеличение числа и интенсивности засух, повышение среднегодовой температуры, падение более чем вдвое уровня грунтовых вод, увеличение представительства степных сообществ. Техногенное загрязнение, и высокая распаханность земель (на 20-30% больше нормы [2]), большая часть которых располагается на черноземных почвах, ускоряют темпы остепнения.

XX век охарактеризовался крупными достижениями селекционеров в области сельского хозяйства, получением множества новых сортов и гибридов. В лесоводстве работы по сортовыведению и сортоиспытанию хвойных видов долгое время не проводились, несмотря на то, что их селекция является особенно перспективной при создании устойчивых к экстремальным условиям сортов [3]. Сорта лесных древесных пород подразделяются на клоновые, популяционные и гибридные. Наиболее ценными являются природные популяции с использованием местных генетических ресурсов, которые отбираются и испытываются как сортовые популяции в течение срока, который необходим для надежной оценки константности свойств нового сорта. Сорт-популяция, по определению, это совокупность перекрестноопыляющихся особей, которые различаются генетически, характеризуются хозяйственно ценными признаками, отвечают как сорт следующим требованиям [4]: 1) высокая продуктивность; 2) устойчивость; 3) достаточная репродуктивная воспроизводимость; и 4) ряд особых свойств. Сорт является новым, если он по одному или нескольким целевым признакам превосходит местные популяции в пределах лесосеменного района [3]. В лесостепном и степном районах России к числу особых свойств на первое место по значимости выходит повышенная засухоустойчивость. Особенностью селекции на засухоустойчивость является то, что проводить отбор первичного селекционного материала по данному признаку необходимо в засушливые годы, по репродуктивной способности растений и в условиях полевого опыта [5]. В оптимальные годы дифференцировать популяции по степени засухоустойчивости не возможно. Так как засуха явление периодическое, то это существенно усложняет и удлиняет процедуру сортоиспытания лесных древесных растений.

В НИИЛГИСбиотех выделена, прошла процедуру сортоиспытания и зарегистрирована первая засухоустойчивая сорт-популяция сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) – сосна «Острогожская» (патент на селекционное достижение №9187 от 21.07.2017, авторы Н.Ф. Кузнецова, О.С. Машкина) [6]. Сосна для селекции на засухоустойчивость представляет особый интерес. Эта лесная порода широко распространена на Земле, характеризуется высокой хозяйственной ценностью, один из наиболее изучаемых видов, вымирание которого часто вызывается засухой [7]. В ЦЧР она входит в число основных лесообразующих пород.

Большая часть территории ЦЧР это лесостепь, зона высокопродуктивных сосновых лесов, южная часть видового оптимума *Pinus sylvestris*, V самая высокая зона по заготовке семян сосны. В засуху 2007 г. в 50 км от степной зоны отобрано насаждение (Воронежская область, Острогожский район, лесные культуры, II класс бонитета, заложены в 1980 г., площадь 8,8 га, ТУМ – A_2 сосняк травяной), урожайность которого по обилию шишек на деревьях, биопродуктивности шишек, посевным качествам семян

достоверно превышала местные популяции сосны. По фенотипу большинство деревьев относятся к категории «нормальные», характеризуются смешанным типом сексуализации, по высоте лучшие, хорошие и средние (13-19 м по данным 2014 г.). Крона у деревьев вдоль кромки леса обычная, мощная раскидистая или спускающаяся до земли конусовидная. По литературным данным шишки с плоским апофизом чаще встречаются на севере, а с крючковатым - на юге ареала сосны [4]. По строению апофиза в данном насаждении выделяются три группы деревьев. Достаточно представительна группа с ромбическим по форме бугристым типом, в меньшей степени – с сильно заостренными (крючковатыми) по всей поверхности щитками. Отличительная его особенность – повышенное число форм, имеющих крупные конусовидные шишки с плоским типом апофиза. С восточной стороны от стены леса к 2007 г. появилось достаточное количество самосева, что является одним из показателей успешности естественного возобновления и акклиматизации сосны к местным условиям. В засуху 2007 г. установлено, что, во-первых, засухоустойчивость у сосны не связана с быстротой роста дерева. Во-вторых, определена разная реакция популяций, а также деревьев в пределах одной популяции на один и тот же погодный стресс. В-третьих, выделены генотипы чувствительные и устойчивые к засухе.

С 2008 г. острогожская популяция (50 деревьев, случайная выборка) становится объектом сортоиспытания, мониторинговых наблюдений, и комплексного генетико-селекционного исследования. Контролем служил Ступинский тест-объект – типичное по семенной и вегетативной продуктивности насаждение (Воронежская область, Рамонский район, лесные культуры, II класс бонитета, 30 деревьев, случайная выборка). Оно произрастает в центре лесостепной зоны, вблизи Воронежского биосферного заповедника в сходных лесорастительных условиях – ТУМ – A_2 сосняк травяной. В дальнейшем их состояние оценивалась путем сравнения данных, полученных на одних и тех же популяционных выборках деревьев опытного и контрольного объектов в оптимальные и засушливые годы. Анализ показал, что ступинская и острогожская популяции по-разному реагируют на засуху, но на следующий год после нее всегда возвращаются к региональной норме. Наиболее характерные свойства острогожской популяции оптимальных лет: обильное мужское и женское цветение, интенсивное ежегодное семеношение (4-5 баллов по шкале Каппера), стабильный уровень семенной продуктивности шишек (число семян в шишке достоверно выше контроля, полнозернистость – на его уровне), высокое качество пыльцы и семян, более низкая повреждаемость вредителями.

Процедура сортоиспытания предусматривает не менее 2-3-кратной обязательной оценки кандидата в сорта в засушливые годы. Необходимо отметить, что период сортоиспытания пришелся на самую мощную в ЦЧР тепловую волну 2007-2014 гг., которая протекала на фоне падения уровня грунтовых вод и включала 4 разные по срокам сильные засухи (2007, 2010, 2012, 2014 гг.). После засухи 2007 г. засухоустойчивость острогожского насаждения была подтверждена в сильнейшую летнюю засуху 2010 г. В отличие от 7 изученных в этот год северных и южных популяций лесостепной зоны, она, в целом, нормально перенесла засуху. Урожайность деревьев, семенная продуктивность шишек была на 15% ниже уровня оптимальных лет, шишки не осмолены, не повреждены вредителями [6]. В сентябре погибла лишь небольшая часть молодых растений самосева. В результате изучения состояния 8 объектов ЦЧР установлено, что в условиях равной и очень мощной гидротермической нагрузки реакция генеративной сферы сосны достоверно уменьшается с севера на юг [7]. Это свидетельствует о более сильной адаптации южных популяций к данному типу погодного стресса, но лишь до определенного предела. При переходе сосны из оптимальной в пессимальную зону, качество семян, показатели роста и устойчивости популяций существенно падают.

Сортоиспытание продолжилось в раннюю сильную засуху 2012 г. Ее удар пришелся практически на все чувствительные к засухе стадии репродуктивного цикла, вызвал в сосновых лесах ЦЧР массовый опад шишек 2-го года развития. Острогожское насаждение

(из числа изученных объектов) оказалось единственным, где они сохранились в небольшом количестве (I балл по шкале Каппера). Биопродуктивность шишек варьировала в широких пределах. Выжившие семена характеризовались низким качеством. Уровень патологий митоза семенного потомства превышал аналогичные показатели семян 2010 г. [8]. Доказано, что в раннюю засуху реакция систем семенного размножения сосны прямо пропорциональна градиентам изменения среды обитания.

Вегетационный сезон 2014 г. включал два засушливых периода – слабая весенняя и сильная продолжительная осенняя засуха. В этот год нами добавлен в анализ еще один контрольный объект (Белгородская область, Красненский район). Территориально он находится в 30 км от острогожской популяции, и близок к нему по интенсивности семеношения, размерам и форме шишек, уровню их биопродуктивности, адаптивной норме реакции в оптимальные годы. В 2014 г. от засухи больше пострадала вегетативная сфера сосны, и сосновые леса ЦЧР ушли в зиму в ослабленном состоянии. Редукция урожайности выборки испытуемого насаждения относительно уровня оптимальных лет составила около 20%. При этом частотное распределение деревьев по признаку «полнозернистости семян» существенно отличается от показателей обоих объектов контроля. Выявлено, что засухоустойчивость острогожской популяции обеспечивается за счет более чем двукратного превышения доли устойчивых к засухе форм, что подтверждает селекционную ценность испытуемой сорт-популяции.

Немаловажным свойством сорта является его репродуктивная воспроизводимость [4]. За годы сортоиспытания естественный подрост, сформировавшийся рядом с сосной «Острогожской», вступил в фазу семеношения. Сравнительно-морфометрический и изоферментный анализ в системе «родители-потомки» (случайная выборка, 30 деревьев) показал, что у семенного потомства сохраняются основные показатели материнской популяции: полнозернистость семян – 88,7%, повышенное число семян на шишку – 25,9 шт., близкая генетическая структура популяции по локусу глутаматдегидрогеназы (данные И.И. Камаловой). Показано, что сорт-популяция и ее потомство состоит не только из засухоустойчивых форм. Более половины потомств берет начало от деревьев модальной группы, что дает ей свободу выбора, обеспечивает сохранение генетического разнообразия, экологической пластичности и засухоустойчивости в разные годы.

Список использованных источников:

1. Tavoni M., Sohngen B., Bosetti V. Forestry and the carbon market response to stabilize climate. Energy policy. - 2007. - Vol. 35. – P. 5346-5353.

2. Стольнов А.С., Иозус А.П., Крючков С.Н. Современное состояние и перспективы развития лесного семеноводства в России. Современные проблемы науки и образования. - 2011. - № 6. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=5122.

3. Ирошников А.И. Методика государственного сортоиспытания хвойных пород (проект). - Красноярск: Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1983. - 18 с.

4. Царев А.П., Погиба С.П., Тренин В.В. Селекция и репродукция лесных древесных пород. - М.: Логос, 2002. - 520 с.

5. Quarrie S.A., Stojanovic J., Pekic S. Improving drought resistance in small-grained cereals a case study, progress and prospects. Journal of Plant Growth Regulation. - 1999. - Vol. 29. - P. 1-21.

6. Кузнецова Н.Ф. Засухоустойчивая сорт-популяция сосна Острогожская. Современная лесная наука: проблемы и перспективы. Материалы Всероссийской научно-практической конференции 20-22 декабря 2017 года. Воронеж: Истоки, 2017. - С. 93-98.

7. Lebourgeois F., Rathgeber C., Ulrich E. Sensitivity of French temperate coniferous forests to climate variability and extreme events (*Abies alba, Picea abies* and *Pinus sylvestris*). Journal of Vegetation Science. - 2010. - Vol. 21. №2. - P. 364-376.

8. Пардаева Е. Ю., Машкина О. С., Кузнецова Н. Ф. Состояние генеративной сферы сосны обыкновенной как биоиндикатора устойчивости лесов на территории Центрально-Черноземного района в связи с глобальным изменением климата. Труды СПбНИИЛХ. - 2013. - №2. - С. 16-21.

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ВЫРАЩИВАНИЮ РАСТЕНИЙ

Кузнецова Н.Е., Томилов Ю.В.
Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, УНКЦ «Лесная опытная дача», Россия knework@mail.ru

Прогресс человечества тесно связан с усовершенствованием способов выращивания, интродукцией, получением различных сортов растений. При условии увеличения выхода растительной продукции приоритетным является удешевление технологии выращивания и экологическая безопасность. Для этого, зачастую, обращаясь к опыту прошлого, на его достижениях, усовершенствуется технология, применяются современные материалы. Учитывается также изменение экологических и экономических условий.

На Лесной даче накоплен многолетний опыт выращивания посадочного материала декоративных и ягодных древесно-кустарниковых пород. Последние десятилетия размножение методом черенкования осуществлялось в крупногабаритных пленочных теплицах с применением туманообразующей установки. Способ вегетативного размножения черенками более эффективен по сравнению с семенным для большинства хвойных и лиственных растений. Семенной способ размножения затрудняется из-за медленного прорастания семян и роста сеянцев. Саженцы из черенков развиваются в 2 раза быстрее семенных. При размножении черенками они повторяют форму маточного растения, что особенно важно при получении декоративных форм. Укореняемость сильно варьирует в зависимости от вида растения, срока черенкования, типа черенков. В связи с проблемами энерго- и водообеспечения, а также высокой стоимости оснащения для теплиц при использовании технологии зеленого черенкования (насосные установки, система автоматического полива и специальные распылители) в данной работе предлагается альтернативное решение. Основная идея - использование радиационной составляющей солнечного света, его аккумуляция для обогрева базальной части черенков. Пополнение системы дождевой водой происходит за счет стекания с поверхности укрытия осадков. За счет дневного тепла, которое аккумулируется в грунте, в ночное время в укрытии поддерживается оптимальная температура. На базе этих источников разработаны каркасные укрытия с применением пленочного и нетканого материалов с пленочным основанием в виде поддона, заглубленного на 10 см в грунт. На основание установлены контейнеры, в которые высаживались черенки.

Черенки нарезались в июне со средней части маточного растения, затененной стороны, с верхней части побега текущего прироста с двумя и более междоузлиями длиной 7-10 см с «пяточкой». Количество черенков в варианте 120 шт. Черенки замачивали в растворах в течение 12 ч. Посадку осуществляли в пластиковые «дышащие» ящики, выстланные водопроницаемой тканью, не пропускающей грунт (перепревшие опилки). Перед посадкой проводили обильный полив субстрата (80% ППВ). Схема расположения черенков 5×5см. Глубина посадки 2-3см.

В данном устройстве проводились опыты по укоренению зеленых черенков: крыжовника европейского (*Grossularia reclinata* (L.) Mill.), смородины черной (*Ribes nigrum* L.), ели канадской (*Picea glauca* (Moench) Voss), можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.), туи западной (*Thuja occidentalis* L.), туевика струговидного (*Thujopsis dolabrata* (L.fil.) Siebold et Zucc.).

Схема опыта.

1. Обработка водой;
2. Обработка 0,05%-ным раствором Эпина;
3. Обработка 0,1%-ным раствором Циркона.

В опыте определяли период и процент укоренения.

Из таблицы 1 видно, что применение стимуляторов роста Эпин и Циркон при зеленом черенковании сокращают период корнеобразования в 1,4-1,9 раз и увеличивают процент укоренения на 7-30% в зависимости от породы. Разработанная конструкция

нетканного укрытия с использованием зеркала воды позволила в короткий период получить высокий выход черенков хвойных и лиственных пород.

Таблица 1 - Укореняемость зеленых черенков с использованием стимуляторов роста в нетканном укрытии

Порода	Вариант	Период укоренения, дни	Укореняемость, %
Смородина черная	Вода	14	83
	Эпин	10	97
	Циркон	8	98
$НСР_{05}$			1,8
Крыжовник	Вода	16	75
	Эпин	12	82
	Циркон	10	86
$НСР_{05}$			2,3
Ель канадская	Вода	58	27
	Эпин	33	58
	Циркон	30	56
$НСР_{05}$			3,0
Туевик струговидный	Вода	36	60
	Эпин	27	88
	Циркон	27	90
$НСР_{05}$			1,9
Туя западная	Вода	32	77
	Эпин	21	90
	Циркон	26	92
$НСР_{05}$			2,7
Можжевельник обыкновенный	Вода	45	78
	Эпин	32	92
	Циркон	30	90
$НСР_{05}$			1,5

ХВОЯ И ДРЕВЕСИНА У СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ УСТОЙЧИВОСТИ К ГРИБНЫМ ПАТОГЕНАМ

Кузьмин С.Р.
Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН (ФИЦ КНЦ СО РАН), Россия skr_7@mail.ru

В географических культурах сосны обыкновенной, созданных в 1976–1977 гг. в Богучанском лесничестве Красноярского края, были выделены устойчивые и неустойчивые климатипы на основе учета повреждения хвои в кроне деревьев в результате эпифитотий, вызванных грибными заболеваниями (снежное шютте и ценангиевый некроз). В последствии, будучи в здоровом состоянии деревья климатипов, отнесенные к разным по устойчивости группам, были исследованы по комплексу таких показателей ассимиляционного аппарата как длина и ширина хвои, плотность устьиц, продолжительность жизни хвои, соотношение концентраций летучих веществ в хвое. Исследования проводились и по комплексу различных характеристик древесины: ширине годичных колец, толщине клеточных стенок трахеид, радиальным размерам трахеид, площади клеточных стенок и просвета трахеид, соотношению доли ранней и поздней древесины.

Цель работы – анализ особенностей морфологических и биохимических показателей хвои, анатомии древесины у климатипов, имеющих разную устойчивость к грибным патогенам.

Неустойчивые к патогенам климатипы, представляющие по происхождению в основном лесостепные и подтаежные зоны с юга ареала сосны (чемальский, минусинский, балгазынский и кяхтинский), имеют длинную хвою (52–65 мм), живущую в среднем 3,1–3,2 года. Параметры этих показателей у деревьев устойчивых климатипов, представляющих в основном северную, среднюю и южную тайгу (печенгский, кандалакшский, енисейский и богучанский) составляют соответственно 33–50 мм и 3,8–4,3 года. Различия между группами климатипов достоверные ($p<0,001$). Существенные различия между климатипами отмечаются по плотности устьиц хвои. У более устойчивых к грибным болезням климатипов сосны плотность устьиц колеблется от 60 до 81 шт/мм^2, в среднем составляя 69 шт/мм^2. Неустойчивые к грибным болезням климатипы имеют плотность устьиц в пределах 79–85 шт/мм^2, при среднем значении равном 82 шт/мм^2, что на 19% выше, чем у устойчивых.

Таким образом, устойчивые к грибным болезням потомства климатипов сосны имеют короткую хвою с меньшей плотностью устьиц и большей продолжительностью жизни. Данные особенности хвои выявлены у деревьев сосны из северных регионов: печенгского, кандалакшского, енисейского и контрольного богучанского климатипов, в меньшей степени подверженных грибным заболеваниям по сравнению с климатипами из западных и южных районов ареала вида.

Установлено, что по ряду летучих веществ группа устойчивых к грибным патогенам климатипов отличается достоверно от неустойчивых. По α-пинену устойчивые климатипы имеют достоверно ($p<0,01$) более высокую концентрацию по сравнению с неустойчивыми. По остальным терпенам концентрация веществ отмечается значительно выше у неустойчивых климатипов. К этим летучим веществам относятся: Δ^3-карен, α-терпинен, сабинен, терпинолен, α-фелландрен, τ-терпинен, борнеол. Выделяются самые устойчивые – северные климатипы (кандалакшский и печенгский), имеющие большую встречаемость фитола. У печенгского климатипа из лесотундры имеется вещество, характерное только для него – β-фарнезен.

Группа устойчивых к грибным патогенам климатипов сосны отличается большей относительной концентрацией α-пинена по сравнению с Δ^3-кареном, их соотношение в среднем для группы составляет 11:1. Относительная концентрация Δ^3-карена у группы неустойчивых климатипов увеличивается в среднем на 177%, а α-пинена снижается на 30 %. Соотношение относительных средних концентраций α-пинена и Δ^3-карена у группы

неустойчивых климатипов составляет 3:1. Отмечаемая меньшая доля Δ^3-карена и большая α-пинена у северных происхождений по сравнению с южными, что подтверждается исследованиями летучих веществ в хвое и древесине при сравнении северных и южных происхождений в географических культурах сосны обыкновенной в Финляндии [1].

Исследование концентрации летучих веществ в зависимости от заболевания показало, что чем сильнее была степень повреждения растений снежным шютте и ценангиевым некрозом, тем больше у них отмечаются относительные концентрации Δ^3-карена, τ-терпинена, сабинена, α-терпинена, терпинолена, α-феландрена, борнеола, камфена, трициклена, β-мирцена и других соединений. Например, коэффициент корреляции относительной концентрации Δ^3-карена и доли деревьев у климатипов, поврежденных с различной степенью тяжести снежным шютте, равен 0,90 ($p<0,001$).

Исследование радиального роста климатипов сосны в условиях песчаной почвы выявило, что период зафиксированного заболевания ценангиевым некрозом совпадает с минимальным радиальным приростом или остановкой роста у некоторых климатипов сосны. Нарушение деятельности камбия, приводящее к отсутствию клеток ксилемы, отмечалось у климатипов из группы «неустойчивых» к ценангиевому некрозу в годы эпифитотии. Отсутствие годичных колец фиксировалось на древесном керне в одном или двух противоположных радиусах. К климатипам, у которых отмечалось выпадение годичного кольца, относились потомства сосны из южных лесостепных районов Сибири.

Анатомические характеристики древесины были исследованы у климатипов, представляющих разные группы устойчивости, в условиях суглинистой темно-серой лесной почвы, в отсутствии грибных заболеваний. Устойчивые климатипы отличаются меньшими показателями площади клеточных стенок и большими показателями площади просвета трахеид в ранней древесине. Доля поздней древесины с включением переходной зоны у устойчивых климатипов имеет меньшие значения (31–38%) по сравнению с неустойчивыми климатипами (40–45%). Таким образом, неустойчивые климатипы отличаются более плотной древесиной с вероятно менее интенсивным транспортом воды в древесине.

Сравнительный анализ одноименных потомств климатипов, выращиваемых в географических культурах в лесостепной зоне Новосибирской области (Сузунское лесничество) показал, что у всех исследуемых климатипов отмечается увеличение доли поздней древесины по сравнению с условиями в южной тайге. Наименьшие средние значения доли поздней древесины в лесостепи оказались у местного сузунского климатипа и богучанского климатипа из южной тайги. Это говорит о том, что богучанский климатип, у которого между участками в лесостепи и южной тайги нет достоверных различий по средней ширине годичного кольца, по сравнению с южными климатипами, у которых в лесостепи отмечается значимое уменьшение средней ширины годичного кольца и значительное увеличение доли поздней древесины, способен адаптироваться к новым климатическим условиям и формировать меньшую долю поздней древесины по сравнению с местным сузунским климатипом.

Работа выполнялась в рамках базового проекта ИЛ СО РАН (№0356-2019-0024).

Список использованных источников:

1. Manninen A.M., Tarhanen S., Vuorinen M., Kainulainen P. Comparing the variation of needle and wood terpenoids in Scots pine provenances. Journal of Chemical Ecology. - 2002. - Vol. 28. - P. 211–228.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ТЕРРИТОРИИ СИБИРИ

Кузьмина Н.А., Кузьмин С.Р.
Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН (ФИЦ КНЦ СО РАН), Россия
kuz@ksc.krasn.ru ; skr_7@mail.ru

Результаты изучения внутривидовой изменчивости сосны обыкновенной в генетических коллекциях (географических культурах) являются научной основой для разработок рекомендаций по перемещению семян и уточнению лесосеменного районирования вида. Целью лесосеменного районирования является рациональное использование географической изменчивости древесных видов для выращивания высокопродуктивных и устойчивых лесных насаждений Исследование роста и устойчивости сосны обыкновенной в географических культурах позволяет выявить перспективные климатипы, рекомендовать их для создания лесных культур и плантаций, скорректировать лесосеменное районирование вида в регионе. Правильный выбор географического происхождения для выращивания в конкретных лесорастительных условиях позволяет повысить продуктивность культур от 20 до 50%.

Первые рекомендации по лесосеменному районированию сосны обыкновенной на основе экспериментов были сделаны в первой половине 19 века С.А. Самофалом, Ф.И. Фоминым, А.П. Тольским, В.М. Обновленским. Позднее результаты исследований географических культур использованы для составлений рекомендаций по перемещению семян сосны в северных, западных и центральных регионах России М.М. Вересиным, А.Е. Проказиным и Куракиным, на Украине – И.Н. Патлаем, на территории Беларуси З.С. Поджаровой.

В 1976–1977 гг. на территории СССР и ближнего к нему зарубежья была создана государственная сеть географических культур. Географические культуры создавались по единой программе и методике ВНИИЛМа [1] для уточнения лесосеменного районирования и решения фундаментальных и прикладных задач в регионах. Одним из 33-х созданных испытательных пунктов сосны обыкновенной являются географические культуры в Богучанском лесничестве Красноярского края, которые являются уникальной генетической коллекцией вида на территории Сибири.

В географических культурах испытывается 83 климатических экотипа (далее в тексте условно называемые климатипами) сосны обыкновенной, места происхождения которых находятся в долготном направлении – от Кольского полуострова до Охотского моря (от 26°28' до 138°00' в. д.), в широтном – от лесотундры до южной границы ареала (от 69°40' до 50°10' с. ш.). Названия климатипов даны по названиям лесхозов 1973–1975 гг. на территории которых проводился сбор семян в наиболее распространенных хозяйственно-ценных сосняках. Каждому климатическому экотипу присвоен индивидуальный номер, контролем является богучанский климатип. Перечень климатипов с названием и номером приводится в ранее опубликованной работе [2].

Для сравнительного анализа роста исследуемых климатипов сосны на разных испытательных участках и отбора кандидатов в сорта-популяции используются материалы регулярных учетов сохранности, высоты, диаметра, формы ствола деревьев, также учитывается фитопатологическое состояние географических культур в период эпифитотий. Объем выборок для определения средних высот и диаметров составлял в первые 15 лет по 100 растений, в последующие годы по 50. Форма ствола и степень заболевания учитывались у всех живых деревьев. Измерения в высоту проводили с помощью электронного высотомера Vertex IV, диаметр замеряли на высоте груди (1,3 м) мерной вилкой с сантиметровой шкалой. Для определения запаса рассчитывали средний объем ствола каждого климатипа по формуле: V=0,000050822*EXP(357,5482*log(d)+356,4727*log(h)-355,556*log(d*h)) [4]. Запас стволовой древесины исследуемых климатипов сосны определяли с помощью

произведения среднего объёма ствола и числа сохранившихся живых деревьев, переведенных с площади блока на 1 га. Вычисление основных средних статистических показателей проводилось общепринятыми методами с использованием компьютерных программ Microsoft Excel и Statistica 7.0. В ходе анализа в пределах каждого участка климатипы были разделены на три группы при помощи среднего значения участка ($\bar{x}$) и стандартного отклонения (σ): с максимальными ($>\bar{x}+0{,}5\sigma$), средними ($=\bar{x}\pm0{,}5\sigma$) и минимальными ($<\bar{x}-0{,}5\sigma$) средними высотами. Для оценки и демонстрации успешности роста 83 климатипов сосны среднюю высоту и запас стволовой древесины показали в стандартных отклонениях от средних значений на участках. Этот методический прием широко используется многими исследователями географических культур [5–7].

Согласно методике создания и программе исследования, результаты исследования селекционных показателей сосны обыкновенной в географических культурах, достигших II класса возраста, являются научной основой для разработки рекомендаций по уточнению лесосеменного районирования вида в регионе и отбору перспективных происхождений. В связи с этим, в возрасте 37–40 лет у 83 климатических экотипов, проведена комплексная оценка селекционных показателей, включающих: сохранность, среднюю высоту, диаметр, объем ствола, запас стволовой древесины, форму ствола, устойчивость к грибным патогенам [3]. Все показатели оценивались в долях стандартного отклонения от среднего значения на участке. Такой подход позволил определить средний селекционный показатель или критерий успешности роста и состояния каждого климатипа на двух участках с разными лесорастительными условиями.

Одним из важных показателей в оценке успешности роста является средняя высота климатипов сосны. В географических культурах на дерново-подзолистой песчаной почве высокие значения средних высот отмечаются у климатипов из южной тайги с территории Красноярского края, Иркутской области, а также у климатипов из средней и южной тайги с территории европейской части ареала сосны (Архангельской области Карелии, Вологодская область Республики Коми), у климатипов из лесостепи Южного Урала и Западной Сибири, у трех климатипов из степных подтаежных лесов Забайкалья. Превышение средней высоты у этих климатипов достигает двух стандартных отклонений. Климатипы с территории европейской части ареала сосны, западные, южные и центральные регионы России и ближнего зарубежья, значительно отстают от контроля и от среднего значения на участке, отклонения составляют от −0,3 до −1,8 стандартного отклонения. Отклонения от средней высоты с отрицательным знаком (от −0,1 до −0,7) имеют некоторые климатипы сосны из подтаежных лесов с южных территорий Сибири, очевидно, что климатипы сосны с этих территорий испытывают экологические ограничения в адаптации на участке с дерново-подзолистой почвой.

Критерий успешности роста и состояния климатипов сосны, выраженный в стандартных отклонениях от средних значений семи селекционных показателей на участке с песчаной почвой и шести показателей на участке с суглинистой - является итоговой оценкой роста географических культур в 40-летнем возрасте. По среднему селекционному показателю у 83 климатипов сосны на картах-схемах можно выделить территории со сходными значениями стандартного отклонения относительно контроля и среднего значения на участке. В европейской части ареала сосны выделяются группы климатипы: на севере с территорий: лесотундра и северная тайга; в западных, центральных и южных регионах - зоны широколиственно-хвойных лесов и луговых степей; на Южном Урале с территорий степей и горно-таежных лесов; на территории Западной Сибири - подзона средней тайги и лесостепная зона; на территории Красноярского края и Иркутской области - северная тайга; южно-таежные районы и лесостепь; на юге Сибири - лесостепные и подтаежные сосновые леса; территория Забайкалья, территория Якутия и север Хабаровской области.

В рамках уточнения лесосеменного районирования сосны обыкновенной для лесных предприятий, занимающихся выращиванием лесных культур и плантаций, на территории

Красноярского края и Иркутской области рекомендуем вместо десяти действующих: №№10, 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 (приказ Рослесхоза от 28 марта 2016 г.) ограничиться шестью лесосеменными районами. Их представляют: 1. Туруханско-Эвенкийский, 2. Ангаро-Ленский, 3. Саянский, 4. Минусинско-Шушенские боры, 5. Предбайкальский, 6. Якутский.

«Туруханско-Эвенкийский» лесосеменной район занимает территории Туруханского, и Эвенкийского лесничества Красноярского края, и Катангского лесничества Иркутской области; «Ангаро-Ленский» самый большой район охватывает территории 37 лесничеств центральной части Красноярского края и 16 лесничеств Иркутской области, расположенных в бассейнах рек Ангары и Лены; «Саянский» лесосеменной район представляют сосновые леса юга Красноярского края, Хакасии, и юго-западной части Иркутской области (южная часть Нижнеудинского лесничества); «Минусинско-Шушенские боры» представляет сосновый бор Минусинской впадины; Предбайкальский лесосеменной район представляют сосновые леса юго-западной предбайкальской территории Иркутской области; к «Якутскому» лесосеменному району относятся сосняки Бодайбинского лесничества Иркутской области.

Работа выполнялась в рамках базового проекта ИЛ СО РАН (№0356-2019-0024).

Список использованных источников:

1. Изучение имеющихся и создание новых географических культур. Программа и методика работ. - М.: ВНИИЛМ, 1972. - 52 с.

2. Кузьмина Н.А., Кузьмин С.Р., Милютин Л.И. Дифференциация сосны обыкновенной по росту и выживаемости в географических культурах Приангарья. Хвойные бореальной зоны. - 2004. - Т. XXII. №1–2. - С. 48–56.

3. Кузьмина Н.А., Кузьмин С.Р. Анализ динамики роста климатипов сосны обыкновенной в географических культурах в Средней Сибири. Сибирский лесной журнал. - 2017. - №2. - С.31–39.

4. Лесотаксационный справочник для южно-таежных лесов Средней Сибири / Сост.: С.Л. Шевелев и др. - Красноярск: ВНИИЛМ, 2002. - 166 с.

5. Мерзленко М.Д., Глазунов Ю.Б., Мельник П.Г. Результаты выращивания провениенций сосны обыкновенной в географических посадках Серебряноборского опытного лесничества. Лесоведение. - 2017. - №3. - С.176–182.

6. Наквасина Е.Н., Гвоздухина О.А. Оценка состояния и роста географических культур сосны и ели в Архангельской области. Проблемы лесоведения и лесоводства: материалы третьих Мелеховских чтений, посвященных со дня рождения И.С. Мелехова, 15-16 сентября 2005 г., Архангельск, 2005. - С. 58–63.

7. Giertych M. Summary of results on Scotch pine *(Pinus sylverstris* L.) height growth in IUFRO provenance experiments. Silvae Genetica. - 1979. - Vol. 28. №4. - P. 136–152.

ПРОДУКТИВНОСТЬ И СОСТОЯНИЕ ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОГО ЭКОТИПА ЛИСТВЕННИЦЫ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ ПОД ВОРОНЕЖЕМ

Кулаков Е.Е.[1,2], Сиволапов А.И.[2]
[1]ФБУ «Рослесозащита» - «ЦЗЛ Воронежской области», Россия evgenyykulakov@yandex.ru
[2]Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, Россия aleksey-sivolapov@yandex.ru

Исследования проводились в коллекционно-географических культурах лиственницы в кв. 54 Учебно-опытного лесхоза ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова. Рост и продуктивность лиственницы сибирской, из семян Восточно-Казахстанской области (49° с.ш. 1200-1800 м. над уровнем моря) в 63 года показала, что высокогорные экотипы растут по III и II бонитету (таблица 1).

Таблица 1 - Таксационные показатели культур лиственницы УОЛ ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова

№ экотипа	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Бонитет	Полнота	Запас, $м^3$/га
09	21,71±0,181	21,14±0,111	I	1,0	466
01	21,97±0,286	21,22±0,178	I	1,0	360
02	26,0±0,200	23,5±0,150	I	0,8	257
03	19,0±0,248	19,13±0,166	II	0,4	113
04	26,08±0,267	23,83±0,248	I	0,7	220
05	15,33±0,295	16,67±0,248	III	1,0	338

В качестве объектов исследования состояния культур выбраны по 2 дерева каждого экотипа лиственницы, среди которых проводилось сравнение влияний условий произрастания на свойства древесины. В рамках исследований проведена визуальная оценка санитарного состояния каждого дерева по параметрам и признакам ослабления, повреждения, дефектам. Затем проведена инструментальная диагностика внутреннего состояния 12 деревьев различных экотипов лиственницы с помощью Resistograph-44538. Характеристика состояния деревьев представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Санитарное состояние по параметрам и признакам ослабления лиственницы сибирской, семена из Восточно-Казахстанской области

№ п/п	Диаметр, см	Высота, м	Внешние признаки ослабления	Категория состояния
9	23	21	Отсутствуют	Без признаков ослабления
10	14	16	Частичное опадение коры, желтая хвоя	Старый сухостой

Границы годичных колец были установлены и параметры их плотности рассчитаны в соответствии с методом, применяемым при анализе [1] с помощью компьютерной программы DECOM [2]. Границы между ранней и поздней древесиной определяются на основе автоматической настройкой DECOM между максимальным и минимальным показателями соответствующих профилей годичных колец.

DECOM автоматически подсчитывает долю различных участков древесины в процентах: участок плотной древесины, участок древесины, пораженный гнилью (таблица 3).

Параметры плотности годичных колец коррелированы с помощью компьютерной программы TSAPWin [3]. Значения корреляции для различных параметров годичных

колец, полученных с помощью резистограмм, представлены в таблице 3, профиль резистограммы лиственницы сибирской представлен на рисунке 1.

Таблица 3 - Значения параметров годичных колец экотипов лиственницы

Л. сиб., из Вост.-Казах. обл. 49°с.ш. 1200-1800 м н. у. м.	Ширина кольца	Min значение	Max значение	Ширина ранней древесины	Ширина поздней древесины	Ширина граничного выступа
	95	-64	85	65	20	81

Линейные размеры структуры годичных колец, которые не могут быть идентифицированы с помощью Resistograph, точно не установлены по причине искривления контуров годичных колец и вариации локальной плотности. В настоящее время глубина проникновения режущего наконечника сверла составляет 0,3 мм, что позволяет идентифицировать годичные кольца, ширина ранней древесины которых менее 1/3 мм, если они не искривлены.

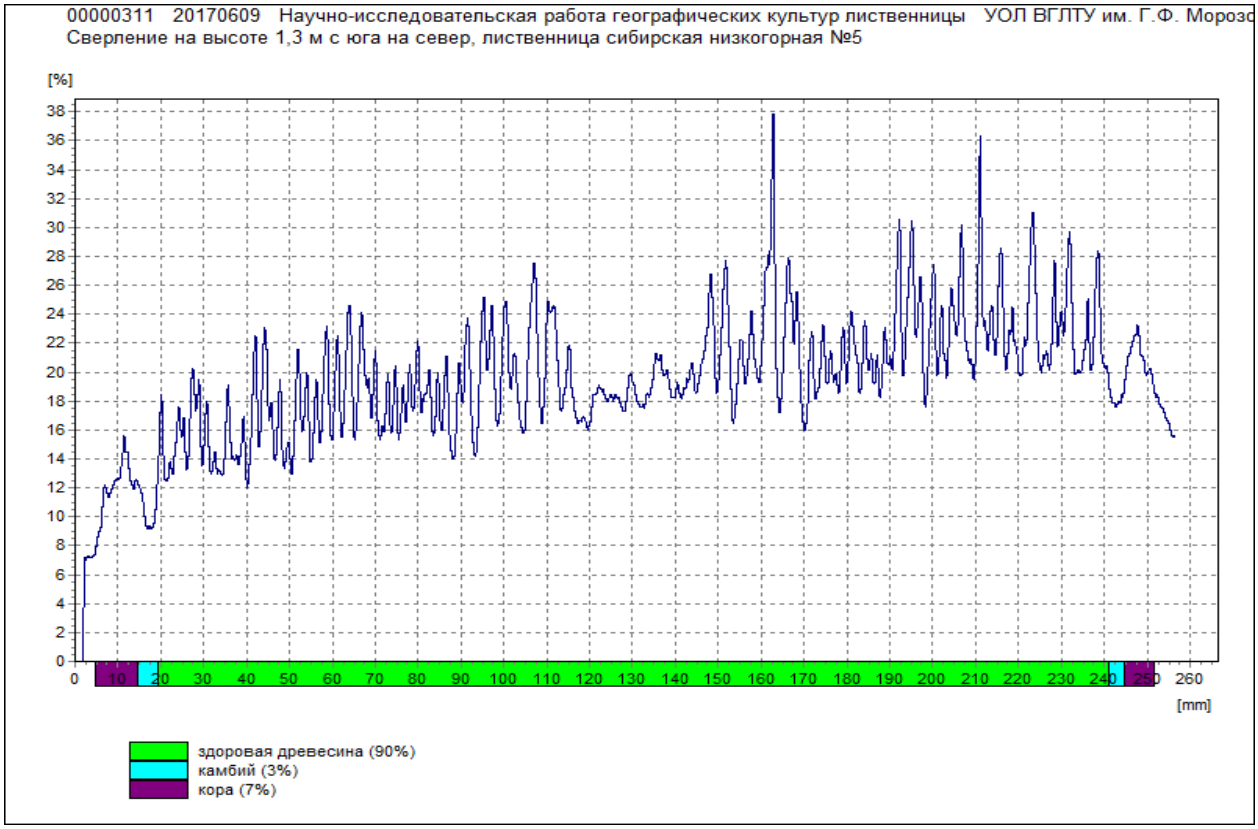


Рисунок 1 - Профиль лиственницы сибирской, семена из Восточно-Казахстанской области 49°с.ш. 1200-1800 м над уровнем моря

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- все исследуемые экотипы лиственницы не имеют различного рода повреждений и заболеваний;
- число годичных слоев в 1 см – 10-12 шт.;
- содержание поздней древесины колеблется в пределах 15-19%;
- наибольшие значения показателя условной плотности составляют 210 RESI.

Таким образом, высокогорные экотипы лиственницы сибирской из Восточно-Казахстанской области в возрасте 63 лет на темно-серых лесных суглинистых почвах под Воронежем произрастают по II и III бонитету, экотипы из семян, собранных на высоте

1200 м (то есть на 600 м ниже), показали более высокую продуктивность и растут по I бонитету.

Жизненное состояние деревьев лиственницы сибирской из Восточно-Казахстанской области в возрасте 63 лет на темно-серых лесных суглинистых почвах под Воронежем, изучаемое с помощью Resistograph-44538, вполне удовлетворительное.

Список использованных источников:

1. Schweingruber F.H. Abrupt growth changes in conifers. International Association of Wood Anatomists Bulletin. – 1986. - Vol. 7(4). – P. 277-283.

2. Rinn F. Eine neue Bohrmethode zur Holzuntersuchung. Holz Zentralblatt. – 1989. - Vol. 34 - P. 529-530.

3. Rinn F., Becker B., Kromer B. Ein neues Verfahren zur direkten Messung der Holzdichte bei Laub- und Nadelhölzern. Dendrochronologia. – 1990. – Vol. 7. – P. 159-168.

О СКУЧЕННОШИШЕЧНОЙ ФОРМЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* F.*CONGLOMERATA*) В ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

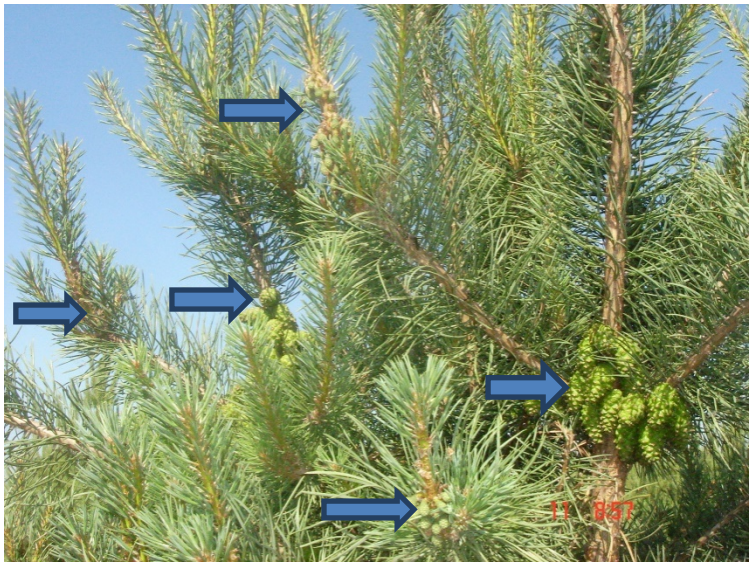
Левин С.В.[1], Титаренко Д.С.[2], Кочетов А.С.[2]
[1]Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, Россия leslesovik63@yandex.ru
[2]ОКУ «Усманское лесничество», Россия

С различных точек зрения ученые давно занимаются изучением сосны обыкновенной настолько, что едва ли есть такая ещё древесная порода, которой было бы посвящено столько работ. Способность сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) существовать в разнообразных экологических условиях обеспечила ей обширную область распространения на материке Евразии от 70 до 37º с. ш. и от 7º з. д. до 126º в. д. Простираясь в лесной таёжной, лесостепной и степной зонах, современный ареал сосны обыкновенной, будучи самым обширным, является интразональным. И при этом ему свойственно еще изолированное, или островное, произрастание на юге. Отсюда в пределах каждого климатического, почвенного экотипа в соответствии с работами Л.Ф. Правдина [1] существует большое разнообразие форм, которые выделяются по самым разнообразным признакам, и наблюдается межвидовая гибридизация с горной и черной соснами. Из большого количества форм, описанных Л.Ф. Правдиным, по форме кроны и ствола выделено 31, по строению корки - 9, по размерам и окраске хвои - 21, по окраске стробилов и строению шишек - 12, по качеству древесины - 3 и по цвету семян - 5. Дальнейшие уточнения формового разнообразия не исчерпывают всего многообразия форм сосны обыкновенной. О сильной изменчивости всех признаков сосны обыкновенной В.Л. Комаров сказал [1] «данный вид, расселяясь на громадном протяжении, занимая новые площади и вырабатывая новые особенности, может развиваться и дальше и распасться впоследствии на целый ряд видов, все еще прогрессирующих или же суживающих свою жизненную амплитуду. В одной и той же группе голосеменных мы находим и старые изменившие себе организмы, стабилизированные и организмы развивающиеся, которые могут быть началом новых ветвей растительного мира». Это разнообразие свидетельствует о полиморфизме вида, под которым следует понимать совместное произрастание в одних и тех же популяциях какого-либо вида 2-х или более резко выраженных форм.

Среди них встречаются формы, обладающие ценными свойствами, которые могут стать объектом отбора. В настоящий момент в мире насчитывается более 120 сортов сосны обыкновенной [2-3]. Это такие широко практикуемые сорта, как Alba Picta (1868, Франция), Albyns (до 1960, США), Aurea (Wintergold) (1876), Beuvronensis (до 1891, Франция), Bonna, Candlelight, Chantry Blue, Compressa (1867, Франция), Frensham, Glauca, Hillside Creeper (1970, США), Jeremy (1982, Англия), Moseri (до 1900), Norske Typ, Repanda, Sandringham (1970, Англия), Viridid Compacta, Westonbirt, Watereri, Fastigiata [3]. Но практическое использование формового разнообразия и искусственно полученных форм еще очень незначительно. Это напрямую связано с уровнем интенсификации хозяйства. Удовлетворяя свои потребности в продуктах сосны обыкновенной за счет дешевого импорта, не все высокоразвитые страны стремятся интенсифицировать свое лесное хозяйство, а страны с переходной экономикой не могут себе этого позволить из-за наличия более неотложных задач. Но необходимость серьезного подхода к селекции этой ценной породы осознают все.

В каждом древостое есть деревья, которые отличаются по морфологическим, анатомическим, физиологическим и другим признакам. Выявленная форма сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* f. *aggregatis* (гроздешишечная) на территории Липецкой области, также как и *P. sylvestris* f. *conglomerata* (скученношишечная) (рисунок 1*а*) за синоним которой ее и следует считать описана впервые Сырейщиковым (1906), а в последующем и другими авторами [1]. Развитие шишек гроздьями наблюдается не только у сосны обыкновенной, но и у других видов. Такой необычный способ развития шишек носит наследственный характер; он спорадически встречается среди рода *Pinus* [1]. Это отмечают в своих работах авторы Л.Ф. Поплавская, П.В. Тупик, С.В. Ребко [4], где гроздешишечная форма представлена сортом сосны обыкновенной «Негорельская». Большая работа проделана с выявленной на территории Курской области формой сосны обыкновенной гроздешишечной

сотрудником ЦНИИЛГиС (ныне ВНИИЛГИСбиотех) В.В. Иевлевым в связи с ее прививкой и скрещиванием с другими формами сосны обыкновенной [5-6].



а

б

Рисунок 1 - Размещение гроздей шишек и «озими» в кроне дерева (отмечены стрелками) (*а*); сохранившиеся шишки (отмечены стрелкой) в основании ствола на 5-й год развития (*б*)

По своему развитию скученношишечной форме сосны обыкновенной, выявленной авторами настоящей работы, свойственен гетерозис всех 3-х типов по А. Густафсону (Швеция): репродуктивный – повышение фертильности: большая продуктивность семян; соматический – мощное развитие вегетативных частей растения; приспособительный (адаптивный) – повышенная жизнеспособность гибридов.

На главном стволе, также как и на боковых ветвях этой формы сосны развиваются гроздья шишек от 10 до 60 штук. Шишки располагаются по всей кроне дерева за исключением восточной части. Наблюдаемое дерево располагается обособленно в культурах с размещением 3×0,7 м, созданных на месте горельника в 2011 г. По всей вероятности не с его условиями расположения можно связать и дальнейший ход роста в высоту, а именно образование 2-х вершин, начиная с 7 лет (рисунок 2), так как в месте раздвоения вершины насчитывается 30 ветвей различного состояния. На следующий год также по каждой вершине произошло раздвоение. Поэтому падение прироста в этот момент (с 49 до 32 см) в сравнении с величинами среднего дерева (с 50 до 45 см) по энергозатратам: на рост 2-х вершин и репродукцию («озимь» и шишки в кроне) можно отнести к проявлению соматического гетерозиса. Это подтверждает и то, что на осевом побеге особи скученношишечной формы прошлогодняя хвоя оказалась длиннее на 14,4% при средней величине 81,3 мм (от 66 до 92 мм), чем на осевом побеге среднего дерева - 71,07 мм (от 56 до 77 мм). При этом в пучке самых длинных хвоинок дерева скученношишечной формы их оказалось по 3 шт. Семеношение, проявляемое с 5-ти лет, устойчивое по всей кроне как по количеству шишек, так и по времени - это пример репродуктивного гетерозиса. В культурах к настоящему моменту семеношение не наступило. Бесспорно, что при условиях: обособленном расположении дерева у дороги; ТУМ-В$_{1\text{-}2}$; значительных энергозатратах, можно говорить о повышенной жизнеспособности гибрида. Но лишь время даст правильную оценку наблюдаемому.

В данном случае можно говорить о мутационной изменчивости - проявлении у отдельной особи новых признаков, которых не было у ее родителей. Увеличение продуктивности на самом раннем этапе развития следует считать генетическим улучшением. Это произошло в результате взаимодействия «генотип – среда» - ситуации, при которой в одном месте генотип А проявляется лучше, чем генотип В.

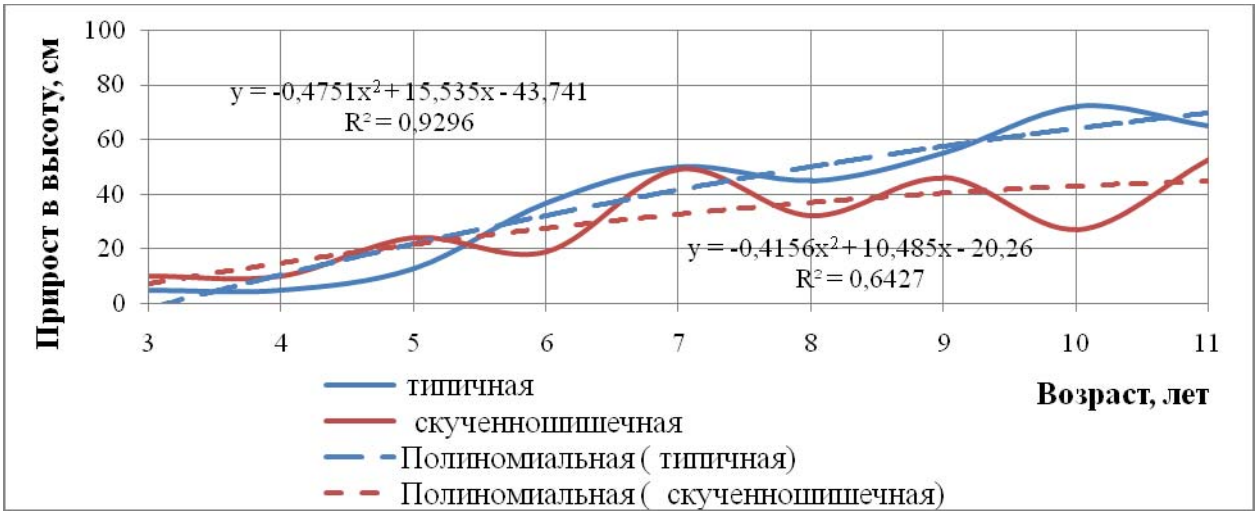


Рисунок 2 - График соотношения прироста в высоту возрасту деревьев: скученношишечной формы (*P. silvestris* f. *conglomerata*) и типичной

Также мутационная изменчивость проявилась в филотаксисе шишек - нарушении правила «золотого сечения», когда в оставшихся на стволе шишках (10 шт.) (рисунок 1*б*) есть экземпляры с соотношением правых над левыми парастих 10/6 при соответствующем правильном 13/8 или 8/5. Поскольку мутации появляются в результате изменения наследственного материала, то передаются потомству, что предстоит проверить и сообщается в исследованиях [1, 4-6].

В связи с осложнением экологических условий для хвойных пород возможно сокращение сроков для прохождения полноценного жизненного цикла. Отсюда природа предусматривает семеношение с самого начала развития онтогенеза и в значительном объеме. Это свойственно скученношишечной форме сосны обыкновенной. Ценность выявленной формы на территории Липецкой области при не достаточно благоприятных условиях произрастания заключается в дальнейшем использовании ее особенностей (раннее обильное семеношение и многовершинность) при создании целевых плантаций: новогодних елок и для озеленения населенных пунктов. Учитывая жизненное пространство формы, следует отметить, что по мере развития она будет уступать типичной форме сосны обыкновенной и способна проявить себя лишь при значительном количестве особей на площади. В будущем необходимо провести ее гибридизацию с выявленной в пределах области формой с поникающими ветвями с целью использования в защитном лесоразведении при неблагоприятных почвенно-климатических условиях.

Список использованных источников:

1. Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная (изменчивость, внутренняя систематика и селекция) - М.: Изд-во «Наука», 1964. -191 с.

2. Сосна: описание с фото, габитус. [Электронный ресурс] Виды и сорта сосны в ландшафтном дизайне – URL: http://www.landshaft4u.ru/tools/habitus-rasteniy-az.html?name=%D0%A1%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%B0 (дата обращения: 23.06.2019).

3. Классификация сосны обыкновенной [Электронный ресурс] – URL: http://www.sadovniki.info/?p=1218 (дата обращения: 23.06.2019).

4. Поплавская Л.Ф., Тупик П.В., Ребко С.В. Испытание сосны обыкновенной сорта «Негорельская» в различных лесорастительных районах. Труды БГТУ. – 2017. - Серия 1, № 2. - С. 156-163.

5. Разработать методы географически отдаленных внутривидовых и межвидовых скрещиваний для получения семян первого поколения с целью создания высокопродуктивных насаждений: отчет о НИОКР/053.028«Д-3»; рук. М. Вересин; исполн. В. Иевлев, В. Титов. 1971. – 35 с.

6. Гибридизация как метод получения эффекта гетерозиса: отчет о НИОКР №ГР76057050/IV.I.2.I.; рук. Р. Шеверножук; исполн. В. Иевлев, В. Титов .1980. - 279 с.

ІЛЕ АЛАТАУЫ ЖАҒДАЙЫНДА АҒАШ-БҰТАЛЫ ӨСІМДІКТЕР ТҮРЛЕРІН ҚОРҒАНЫШ МАҚСАТЫНДА ТАҢДАУ

Майсупова Б.Д.[1], Ахметов Р.С.[1], Досманбетов Д.А.[1], Дукенов Ж.С.[1],
Утебекова А.Д.[2], Адильбаева Ж.Б.[2]
[1]Алматы филиалы ЖШС «Қазақ орман шаруашылығы және агроорманмелиорациясы ғылыми зерттеу институты», Қазақстан los-almaty@mail.ru
[2] Қазақ Ұлттық Аграрлық Университеті, Қазақстан arunia190482@mail.ru

Орман шаруашылықтары қазіргі таңда жыл сайын өз тұқымбақтарында әртүрлі көшеттер өсіріп, оларды басқа жерлерге отырғызып, жасанды орман өсіруге көптеп үлесін қосуда. Әрине мұндай қорғаныш мақсатында отырғызылған орманмелиоративтік алқаағаштары экологиялық-биологиялық белгілеріне қарай ағаш-бұталы өсімдіктердің отырғызу типтері бойынша орман өсіруді міндеттейді.

Ол үшін алқаағаштар құратын аймақтың ауа-райын, топырағын, жер бедерін – түгелдей зерттеп барып, қандай ағаш немесе бұта түрлерін ұсынуды ойластыру керек. Іле Алатауы жағдайында орналасу аймақтарына қарай, ағаш-бұталы өсімдіктердің өсу ерекшеліктеріне байланысты төмендегідей ұсыныстарды енгізуге болады.

Мұнда ең басқы ағаш ретінде танылған өсімдік түрінің биіктігі жақсы болуы керек, тамыр жүйесі терең әрі кең жайылған болуы қажет. Ал, жанама өсіп жатқан өсімдіктер басқы түрдің орман мелиоративтік әсерін күшейтуге, яғни тік бағытталған шымылдықтың тығыздығын арттыру, топырақ бекітуді күшейту, орман төсеніші түрінде түсімді көтеру сияқты функцияларға атсалысуы қажет. Бұл жерде бұталы өсімдіктердің алып жатқан ауданы 50%-дан кем болмауы тиіс.

Қорғаныш мақсатындағы алқаағаштарды құрудың ең сенімді тәсілі болып, жергілікті тұқымдастар түрлерін жаппай отырғызып, екпе орман құру болып табылады. Мұндай өсімдіктердің өсуі баяу және өсу кезеңі қысқалығымен биік тауларға бейімделуі жеңіл, ал тұқымдары аса төменгі температурада өсуге қабілетті болады. Сондықтан, Шренк шыршасының бұтақтану типтері бойынша белгіленген биіктік экотиптері сол немесе басқа түрлердің теңіз деңгейі биіктігіне қарай бөлінуіне мүмкіндік береді.

Таудың төменгі бөлігінде бұтақтануының түрлілігіне қарай бөлінетін шыршаның: жалды, жалған жалды, щетка тәрізді бірнеше пішіндері кездеседі. Жоғарғы биіктік-климаттық белдеуінде, негізінен шыршаның екі түрі: щетка тәрізді және жалпақ бұтақтанған типтері өседі.

Жалпы табиғатта ең жоғарғы альпілік аймақта, яғни адам аяғы көп баса бермейтін жерлерде көп жағдайда бұталы өсімдіктер өседі. Беткейдің барлық дерлік экспозициясында және жер бедерінің барлық элементтері бойынша түркістандық арша алқаағаштарын құрған жөн. Көлеңкелі және қалыпты күн түсетін беткейлерде – сібір аршасын, алатау талын, тянь-шан тобылғысын отырғызуға болады.

Ал осы аймақтан төменірек белдеудің ауа-райы жағдайы біршама қолайлырақ болып табылады. Соның арқасында өсімдіктердің түрлерін де көбірек таңдауға болады. Мысалы, су айрықтарында, яғни жоғарғы биіктік-ауа-райы белдеуінде аршаны өсірсе, орташа бөлігінде, қатты оқшауланған беткейлерде, қуаттылығы төмен әрі құрғақ топырақтарда аршаны, талды, тобылғыны отырғызуға болады. Беткейдің төменгі бөлігінде – талдар мен тобылғыны, ал көлеңкелі беткейлерде, жер бедерінің барлық элементтері бойынша Шренк шыршасын және сары қарақат отырғызған дұрыс.

Орман мелиоративтік жұмыстарды жүргізген кезде шырша орманының астарына алдымен «пионер» болып саналатын тал, шетен сияқты ағаштарды енгізу қажет. Бірнеше жылдардан кейін осы «пионер» ағаштардың астарына батыл түрде Шренк шыршасын отырғызуға болады.

Жоғарғы және беткейдің жалды бөліктерінде қатты жел болып тұратындықтан және топырағының қуаттылығы төмен, әрі құрғақшылығы басым болғандықтан, бұл жерде ағаш-бұталы өсімдіктердің түрін шектеу қажет.

Төменгі биіктік-ауа-райы жолағының арқа бөлігіне шырша, бұтақты шегіршін, көктерек сияқты ағаштарды отырғызған жөн.

Қатты дауылдардың алдын-алу үшін бұл жерлерге орман асты қабатын жасау керек. Беткейдің орташа бөлігінде топырақтың құнарсыздығына көнетін Шренк шыршасы, қотыр қайың, кәдімгі қарағай, долана, өрік, алша сияқты өсімдіктерді қолдануға болады.

Беткейдің төменгі бөлігінің қуаттылығы және ылғалдың мол болуы ағаш-бұталы өсімдіктер түрлерін кеңінен өсіру үшін қолайлы экологиялық жағдай туғызады. Бұл жағдайда сібір майқарағайын, сібір балқарағайын, грек жаңғағын, алмұртты, бөріқарақатты ұсынған болар едік. Эрозияға ұшыраған тұстарды ормандандыру үшін тамыр атпасымен тез көбейетін көктерек сияқты ағашты отырғызған абзал.

Таудағы қар көшкіндерінің жиналып қалатын жерлерінде, ерекше жағдай болғандықтан, бұл жерге алдымен тал, тобылғыны отырғызу қажет. Ары қарай, біраз бекітілгеннен кейін қылқан жапырақтыларды отырғызуды бастауға болады.

Жер бедерінің элементтері бойынша жеміс ағаштарының бөлінуі төмендегідей болады: су айырықтарында, жалдарда және қатты немесе қалыпты оқшауланған беткейдің барлық бөліктерінде – кәдімгі сары өрік, долана; беткейдің төменгі бөлігінде және шет жақтарына – Сиверс алмасы, сары долана. Көлеңкелі беткейдің барлық бөлігіне Сиверс алмасын, шет жақтарына – орман жаңғағы, алша отырғызу көзделеді.

Төменгі биіктік-ауа-райы жолағының эрозияға ұшыраған беткейлеріне төмендегі түрлерді отырғызады: барлық бөлігі қатты және қалыпты оқшауланған беткейлерде – бұтақты шегіршін (теңіз деңгейі биіктігінен 1600 м-ге дейін), көктерек, сары қарақат; ал көлеңкелі беткейге: Сиверс алмасы, сары өрік, Шренк шыршасы, дәріарша; эрозияға ұшыраған беткейлерге тек тамыр жүйесі жабық көшеттер қолданылады.

Ұзақ тіршілік жасайтын және жоғары өнімді алқаағаштарды өсіру, көп жағдайда ағаштардың орналасуына, сондай-ақ араластыру әдісіне байланысты. Ағаштарды араластыруды жобалаған кезде олардың биологиялық қасиеттері мен сыртқы ортаға әсері ескеріледі, ең соңында бір-біріне деген ықпалы білінеді. Ағаш өсімдіктерінің биологиялық қасиеттерінен олардың жарық сүйгіштігі, өсу жылдамдығы және тамыр жүйесінің құрылысы есепке алынады. Жарық сүйгіш және тез өсетін ағаштарды көлеңкеге төзімді, әрі баяу өсетіндермен араластырып отырғызған дұрыс. Өсу жылдамдығы бірдей ағаштарды араластыру барысында, оларды бір-бірінен бұталар арқылы немесе баяу өсетін түрлермен бөліп қою керек. Басқа жағдайда араластыру үшін ағаштарды тамыр жүйелерінің сәйкес келуі арқылы да таңдайды, мысалы: тік тамырлы ағаш пен жер бетіне жақын орналасқан тамырлы ағаш сияқты.

Біздің ормандардың қазіргі жағдайы құрамының біртектілігіне және қоқыстануына байланысты өздерінің жарық түсіру, жақсы көріну, әдемілік, ландшафтың әртүрлілігі, ағаштардың әсемдік қасиеттері сияқты көрсеткіштері бойынша өздерінің эстетикалық бағасын төмендетеді.

Жасыл аймақтағы сауықтыру бағыттағы орман түрлерін таңдау бірнеше факторлармен қамтылады. Мысалы, улы заттарға қарсы тұра алатын жапырақты ағаштарға емен, үйеңкі жататыны белгілі, бірақ ормандағы ағаштар сауықтыру функциясын қыс мезгілінде де орындауы тиіс қой, сол үшін алқаағаштар құрамына қарағай, шырша сияқты қылқанды ағаштарды да кіргізген жөн.

Атмосфераға оттегін жиі бөліп, ауаның иондануына, фитонцидтің бөлінуіне оң ықпалын тигізетін ағаш түрлерін таңдау – ол да маңызды фактор болып саналады. Осы тұрғыдан қарағанда, қылқандылардан - қарағай мен шыршаны, аршаны қолдануға болады, ал жапырақтылардан - жөкені, мойылды, орман жаңғағын айтуға болады.

Жалпы айтқанда, қоршаған ортаға әсері мол, жасыл желегі қалың, сәнді, әрі тез өсетін ағаштарды пайдаланған тиімді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі:

1. Короткова Е.В., Лобанова Е.Н., Мочалова Н.Н. Перспективный способ выращивания черенковых саженцев ели. Лесохозяйственная информация. - 1992. - №3. - С. 25-26.

2. Туреханова Р.М., Иващенко А.А. К флоре деревьев и кустарников Иле-Алатауского национального парка. Биоразнообразие и устойчивое развитие природы и общества: материалы международной научно-практической конференции. - Алматы, 2009. - С. 109-111.

3. Майсупова Б.Д., Абаева К., Адильбаева Ж., Утебекова А.Д. Проведение оценки состояния лесов различного назначения. «Актуальные вопросы сохранения биоразнообразия, в т.ч. снежного барса на территории Северного Тянь-Шаня»: материалы международной научно-практической конференции – Алматинская область, ГНПП «Көлсай көлдері», 2017. - С. 275-279.

ВЛИЯНИЕ СУЛЬФАТА МЕДИ В СРЕДЕ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН И РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Махнева С.Г.[1,2], Кривонос К.А.[3]
[1]Ботанический сад УрО РАН, Россия makhniovasg@mail.ru
[2]Российский государственный профессионально-педагогический университет, Россия
[3]Уральский федеральный университет, Россия

Семена сосны обыкновенной (далее – сосны), как правило, имеют высокую всхожесть, короткий латентный период и хорошо прорастают в условиях грунта. Однако нередко обильное в первый год естественное возобновление гибнет на стадии проростков и сеянцев. Воздействие на семена и проростки токсичных веществ почвенного раствора и низкое качество семян, сформированных в неблагоприятных условиях среды, называют в качестве важнейших причин отсутствия успешного естественного возобновления, особенно в зонах техногенного загрязнения.

Целью нашего исследования было изучение реакции семян и проростков семян сосны разных происхождений на наличие и концентрацию в питательном субстрате ионов токсичных металлов. Для решения поставленных задач был проведен эксперимент на семенах сосны, сформированных в древостоях 3-го класса возраста в условиях сильного уровня техногенного загрязнения среды дымовыми выбросами Среднеуральского медеплавильного завода (СУМЗа) (ПП-1), и в фоновых условиях (г. Сысерть, Свердловская область) (ПП-К). Оценивали действие разных концентраций ионов меди в среде на прорастание семян, рост и развитие проростков семян сосны. Изучение качества семян и проростков проводили в вегетационном опыте при проращивании семян на 0,8%-ном растворе агар-агара в климат-камере при температуре 22°С, световом периоде 16 часов, влажности 60%. В жидкий раствор агар-агара добавляли раствор сульфата меди в таком количестве, чтобы получить следующие концентрации меди (варианты опыта): вариант 1 – контроль, 2 –1 мкМ $CuSO_4$, 3 – 5 мкМ $CuSO_4$, 4 – 20 мкМ $CuSO_4$, вариант 5 – 50 мкМ $CuSO_4$.

Определяли следующие показатели семян и проростков: энергия прорастания (7-й день), всхожесть (15-й день), длина гипокотиля, корешка, проростка (26-й день); сырая масса проростков (26-й день). Рассчитывали также отношение длины гипокотиля к длине корня. Эмпирические результаты исследования были обработаны с применением методов дескриптивной (описательной) статистики, корреляционного анализа. Средние значения показателей семян и проростков семян из разных происхождений и вариантов опыта сравнивали с применением критерия Стьюдента, Манна-Уитни. Расчеты были проведены в программах Excel и Statistica.

Изучали реакцию проростков семян сосны обыкновенной разных происхождений (из зоны техногенного загрязнения и фоновых условий) на одинаковые концентрации ионов меди в субстрате и реакцию проростков семян каждой ПП на различные концентрации ионов меди в субстрате.

Были получены следующие результаты. По показателям энергии прорастания и всхожести семян сосны достоверные различия между всеми вариантами опыта отсутствуют. Выявлено, что реакция проростков семян сосны разных происхождений на воздействие солей меди в субстрате имеет много общих черт (рисунки 1 и 2). Так, для семян обоих древостоев, при практически равных значениях длины гипокотиля в контрольном варианте опыта, выявлены тенденции возрастания длины гипокотиля во втором и третьем вариантах опыта, выраженные более отчетливо для семян ПП-1, и снижения значений данного показателя в 5-м варианте.

Во 2-м и 3-м вариантах опыта установлено возрастание длины корня проростков семян: для семян ПП-1 на 26,5 и 38,5%, по сравнению с контролем, для семян ПП-К – на 13,4 и 24,4% ($p<0,05$). Таким образом, низкие концентрации ионов меди в субстрате оказывают стимулирующее действие на рост корней проростков. Во 2-м и 3-м вариантах

опыта выявлено также возрастание значения показателя длины проростков семян обоих древостоев, относительно контроля. В 4-м и 5-м вариантах опыта наблюдали достоверно значимое снижение значений показателя длины корня проростков и общей длины проростков семян обоих древостоев, по сравнению с 1-3-м вариантами опыта (различия между вариантами опыта достоверны при $p<0,05$).

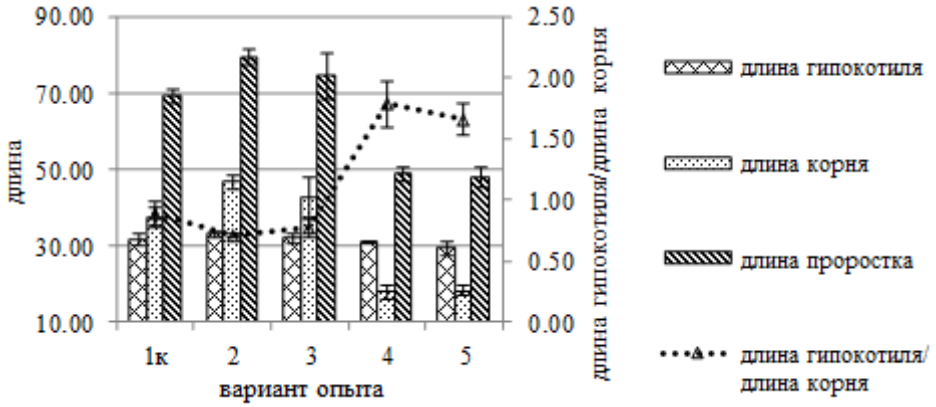


Рисунок 1 - Параметры проростков семян сосны фонового древостоя (ПП-К) в вариантах опыта

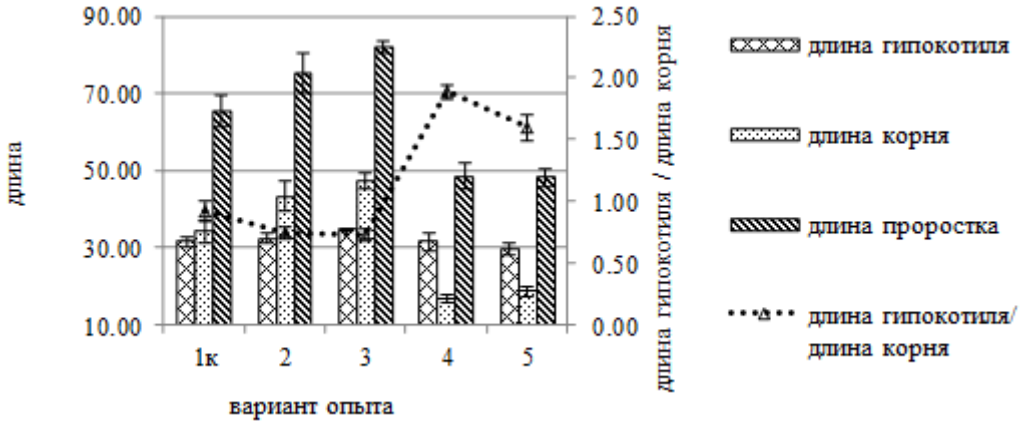


Рисунок 2 - Параметры проростков семян сосны из зоны техногенного загрязнения (ПП-1) в вариантах опыта

Для проростков семян всех вариантов опыта был рассчитан коэффициент *К,* который характеризует соотношение длины гипокотиля и корня (*К* = длина гипокотиля / длина корня). Использование коэффициента позволило не только дифференцировать реакции гипокотиля и корня проростков семян на действие факторов, но также минимизировать различия между семенами, обусловленные условиями их формирования, в том числе по показателю массы. Выявленная тенденция снижения значений показателя *К* во 2-м и 3-м вариантах опыта и его возрастания в 4-м и 5-м вариантах (рисунки 1 и 2) является общей для семян обоих древостоев и характеризует в наибольшей степени уровень реакции корня проростков семян сосны на концентрацию меди в субстрате, поскольку вариабельность значений показателя длины гипокотиля проростков существенно ниже (4,2 и 5,6% для ПП-1 и ПП-К, соответственно).

Таким образом, длина корня и длина проростка семян сосны – это чувствительные показатели, которые реагируют не только на присутствие в питательной среде солей меди, но и на их концентрацию.

Масса проростка является важным показателем, характеризующим его развитие. В нашем исследовании было установлено, что наибольшая сырая масса проростков семян ПП-К была сформирована в 1-м варианте опыта; масса проростков закономерно

снижается с возрастанием концентрации ионов меди в субстрате. Значение коэффициента корреляции между массой проростков семян ПП-К и концентрацией ионов меди составляет -0,439 ($p<0,05$). Для проростков семян ПП-1 максимальные значения сырой массы проростков отмечены в 3-м варианте опыта; соответственно, значения показателя коэффициента корреляции существенно ниже ($r=-0,151$, $p>0,05$).

Таким образом, семена сосны обыкновенной, сформированные в фоновых условиях и зоне сильного длительного уровня техногенного загрязнения, реагируют одинаковым образом на концентрацию ионов меди 1 мкМ в растворе; тип реакции проростков семян позволяет считать данную концентрацию стимулирующей. Выявлены различия в реакции проростков семян сосны разных происхождений на концентрацию ионов меди 5 мкМ в растворе. Семена сосны обыкновенной из фоновых условий произрастания материнских деревьев могут быть признаны более чувствительными к наличию ионов меди в растворе, т.к. концентрации ионов меди 5мкМ уже не оказывают явного стимулирующего действия на их проростки, хотя и токсического действия указанной концентрации ионов меди мы также не наблюдали. Концентрации ионов меди 20 мкМ и более могут быть признаны токсичными для роста и развития корешков проростков семян сосны. При прорастании семян в почвах в зонах хронического техногенного загрязнения, вероятно, именно торможение и прекращение роста и развития корешков является одной из важнейших причин ранней гибели проростков и сеянцев. Следует также отметить, что ни одна из исследуемых концентраций ионов меди в диапазоне 1-50 мкМ не оказала явного летального действия на семена и проростки в период до 26 дня опыта.

ИЗУЧЕНИЕ КАРИОТИПОВ ХВОЙНЫХ КЛАССИЧЕСКИМИ И МОЛЕКУЛЯРНО-ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Муратова Е.Н., Седельникова Т.С., Горячкина О.В., Пименов А.В.
Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Россия elena-muratova@ksc.krasn.ru

Кариологические и цитогенетические исследования древесных растений вносят большой вклад в изучение их биоразнообразия, вопросов эволюционной и популяционной генетики, в решение таксономических проблем. С 70-х годов в Институте леса проводятся кариологические исследования основных лесообразующих видов хвойных. Изученные виды относятся к четырем родам семейства Pinaceae: *Abies* – пихта, *Larix* – лиственница, *Picea* – ель, *Pinus* – сосна, и 5 родам семейства Cupressaceae: *Chamaecyparis* – кипарисовик, *Cupressus* – кипарис, *Juniperus* – можжевельник, *Microbiota* – микробиота, *Thuja* – туя. В общей сложности изучено более 200 популяций и местообитаний в оптимальных и экстремальных условиях, в нарушенных экосистемах, ботанических садах и дендропарках.

Диплоидный набор представителей рода *Abies* (2n=24) включает 7 пар метацентрических и 5 пар субмета- и субакроцентрических хромосом. Наибольшее внимание уделено цитологическому изучению пихты сибирской *A. sibirica* Ledeb., как одному из основных лесообразователей Сибири. Исследование данного вида из разных популяций выявило сравнительно низкий уровень внутривидового кариологического полиморфизма и небольшие различия по количеству и особенностям локализации нуклеолярных районов. Изучен мейоз у пихты сибирской в естественном древостое и в дендрарии. Установлено, что в условиях интродукции частота нарушений мейоза значительно выше по сравнению с естественными насаждениями, и спектр нарушений шире.

Кариотип представителей рода *Larix* (2n=24) содержит шесть пар метацентрических и шесть пар субмета- или интерцентрических хромосом. Проведено кариологическое исследование широко распространенных видов лиственницы – сибирской *L. sibirica* Ledeb., Сукачева *L. sukaczewii* Dylis и Гмелина *L. gmelinii* (Rupr.) Rupr. в разных популяциях. Изучено также несколько других видов лиственницы, в том числе и в условиях интродукции, и проведен анализ мейоза у лиственницы Гмелина в дендрарии Института леса. Впервые у представителей данного рода, кроме постоянных хромосом набора (А-хромосом), были обнаружены добавочные или В-хромосомы. По одной В-хромосоме (2n=24+1B) было найдено у лиственницы Гмелина из Читинской области и лиственницы сибирской из окр. г. Норильска и из Хакасии.

Кариотипы изученных видов рода *Picea* (2n=24) включают 8 пар длинных метацентрических, две пары коротких метацентрических и 2 пары коротких субметацентрических хромосом. Проведены детальные кариологические исследования ели сибирской из различных популяций Сибири. Во многих популяциях данного вида обнаружены добавочные хромосомы (2n=24+1-4B). Кроме ели сибирской, одну или несколько В-хромосом включают и другие исследованные нами виды ели: ель обыкновенная *P. abies* (L.) Karst. – 1-4B, ель аянская *P.ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr. – 1-3B, ель Бревера *P. breweriana* S. Wats. – 1B, ель финская *P.* × *fennica* (Regel) Kom. – 1B, ель Гленна *P. glehnii* (Fr. Schmidt) Mast. – 1-5B, ель Коямы *P. koyamae* Shiras. – 1B, ель Мейера *P. meyeri* Rehder & E.H. Wilson – 1-3B, ель колючая *P.pungens* Engelm. – 1B, ель пурпурная *P. purpurea* Mast. – 1B, ель Шренка *P. schrenkiana* Fisch. et C.A. Mey – 1B. К настоящему времени в роде *Picea* найдено 20 видов с добавочными хромосомами, включая межвидовой гибрид *P.* × *fennica*.

Кариотипы сосен содержат 24 хромосомы (2n=24). В группе кедровых сосен (подрод *Strobus*, секция *Strobi*, подсекция *Cembrae*) проанализированы сосна сибирская *P. sibirica* Du Tour, сосна корейская *P. koraiensis* Sieboldet Zucc.) и кедровый стланик (*P. pumila* (Pall.) Regel.). У кедровых сосен имеется 11 пар метацентрических и одна пара

субметацентрических или близких к ним хромосом. У сосен группы *Sylvestres* (подрод *Pinus*, секция *Pinus*, подсекция *Sylvestres*) имеется десять пар метацентрических и две пары субметацентрических хромосом. В этой группе подробно изучена сосна обыкновенная.

У изученных видов сосны, лиственницы, ели и пихты выявлены геномные мутации, такие как анеуплоиды, миксоплоиды и в отдельных случаях полиплоиды. Больший спектр изменчивости числа хромосом отмечен у полярной формы лиственницы сибирской на Таймыре в условиях техногенного загрязнения. Миксоплоидия найдена у отклоняющихся от нормальных форм деревьев *L. sibirica* и *P. sylvestris*. В популяциях у границ ареалов, в экстремальных условиях произрастания, имеются изменения морфологии хромосом, повышается встречаемость вторичных перетяжек и хромосомных перестроек. У сосны обыкновенной около южной и северной границ ареала выявлен широкий спектр хромосомных мутаций – кольцевые и полицентрические хромосомы, делеции, фрагменты, множественные нарушения. У этих же деревьев имеются нарушения митоза и мейоза. Хромосомные перестройки найдены у лиственницы сибирской в Казахстане, Монголии, на Таймыре в условиях воздействия сернистых эмиссий, у лиственницы Сукачева на Южном Урале, в северных популяциях лиственницы Гмелина, кедрового стланика, ели сибирской, у пихты сибирской в горах Хамар-Дабана и высокогорье Западного Саяна. При кариологическом исследовании хвойных на суходолах и болотах Западной Сибири выявлена миксоплоидия и анеуплоидия. Спектр геномных и хромосомных мутаций в метафазах и ана-телофазах у деревьев с болот шире, чем на суходоле.

Кариологическое изучение представителей семейства Cupressaceae показало, что кариотипы кипарисовых включают 22 хромосомы (2n=22). У можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) в диплоидном наборе содержится 11 пар метацентрических и одна пара близких к субметацентрическому типу хромосом. Среди представителей семейства кипарисовых исследовано еще несколько часто встречающихся в условиях интродукции видов: кипарисовик Лаусона *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murr.) Parl., кипарис аризонский *Cupressus arizonica* Greene, кипарис вечнозеленый *C. sempervirens* L., туя восточная *Thuja orientalis* L., культивары туи западной *T. Occidentalis* L. с различной окраской хвои и формой кроны. У декоративных видов кипарисовых широко встречается миксоплоидия.

Большинство видов хвойных в норме являются диплоидами со стабильными числами хромосом и сходными кариотипами. Детальные исследования представителей семейства Pinaceae показали, что разные виды различаются главным образом по числу и локализации нуклеолярных районов (вторичных перетяжек). При работе с такими геномами новую информацию можно получить при использовании молекулярно-цитогенетических маркеров, в частности, с помощью методов флуоресцентной гибридизации *in situ* (FISH). Это дает возможность идентифицировать отдельные хромосомы в кариотипе, подбирать гомологичные пары, выявлять хромосомные перестройки. К настоящему времени с помощью FISH с пробами 5S и 45S рРНК генов нами изучены хромосомные наборы некоторых лесообразующих видов хвойных Сибири и соседних регионов (*Abies sibirica*, нескольких видов *Larix* и *Picea, Pinus sylvestris*).

Проведено сравнительное изучение хромосом трех видов лиственницы – *Larix sibirica, L. gmelinii* и *L. cajanderi*. У *L. sibirica* выявлено 2 мажорных локуса 45S рДНК в дистальных районах хромосом III и IV и 4 минорных локуса семейства этих генов в перицентромерных районах хромосом I, II, VI, XII. *L. gmelinii* и *L. cajanderi* содержат дополнительный мажорный локус 45S рДНК в хромосоме VII, которого нет у *L. sibirica*. Два этих близкородственных вида не различаются по рисунку гибридизации. У изученных видов лиственницы в метацентрической хромосоме III на одном плече выявлен локус 45S рДНК, а на другом – локус 5S рДНК. Высказано предположение, что данная хромосома, несущая мажорные локусы двух семейств рибосомных генов, является маркером для

видов рода *Larix* [1]. В перицентромерных районах хромосом лиственниц выявляются DAPI-бэнды, рисунок которых у изученных видов сходен.

Сравнение двух близкородственных видов ели – сибирской *Picea obovata*, и Шренка *P. schrenkiana,* изученных с использованием метода FISH, показало, что они различаются по числу мажорных сайтов 45S рДНК в интеркалярных районах плеч хромосом: у *P. obovata* – их 6, у *P. schrenkiana* – 5 (рисунок 1). У ели сибирской эти сайты локализованы на хромосомах II, III, IV, V, VIII, X; кроме того, выявлен минорный сигнал на длинном плече хромосомы IX. У ели Шренка мажорные сайты 45S рДНК расположены на хромосомах III, IV, V, VIII, X, минорные – в хромосомах II и IX (в центромере). На хромосоме II у ели Шренка находится минорный сайт, а у ели сибирской мажорный.

У обоих видов имеется два кластера 5S рРНК генов на длинной метацентрической хромосоме III: мажорный локус в интеркалярном районе одного плеча и более слабый в субтерминальном районе другого плеча. Эта же хромосома имеет мажорный локус 45S рДНК на более длинном плече, рядом с сайтом 5S рДНК. На основе собственных и литературных данных [2] предполагается, что хромосома III, несущая мажорные локусы двух семейств рибосомных генов (5S и 45S), является маркером для видов рода *Picea*. На хромосомах изученных видов ели имеются DAPI-бэнды, которые располагаются в центромерных и интеркалярных районах отдельных хромосом. По их числу и расположению у некоторых хромосом эти виды различаются.

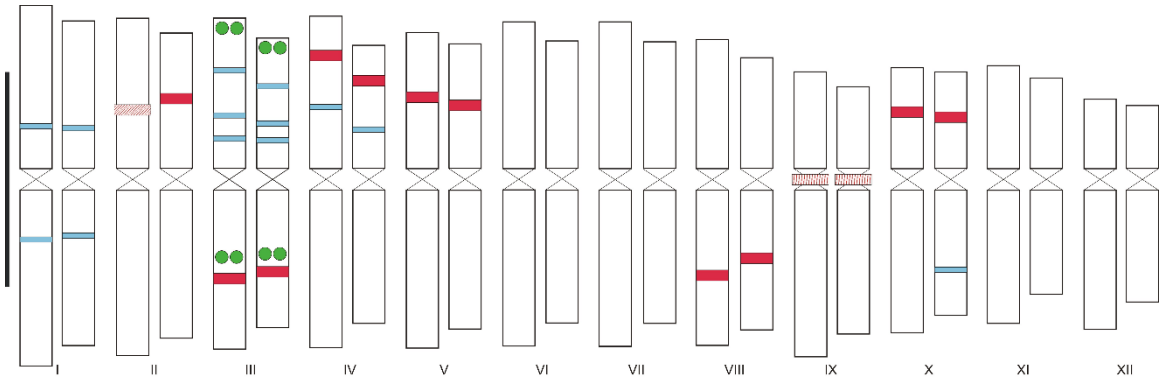


Рисунок 1 - Сравнительная идиограмма ели Шренка (первая хромосома в каждой паре) и ели сибирской (вторая хромосома). Голубым цветом обозначены DAPI-бэнды, красным – локализация генов 45S рРНК (мажорные сайты), розовым – минорные сайты 45S рРНК, зеленым – локализация генов 5S рРНК. I-XII – номера хромосом. Масштабная линейка 10 мкм.

Таким образом, кариотипы разных видов хвойных значительно различаются по числу и распределению локусов рибосомных генов. Использование метода флуоресцентной гибридизации *in situ* открывает новые возможности при анализе генетического разнообразия, микроэволюции, внутривидовой и межвидовой дивергенции хвойных.

Исследования выполнены в рамках выполнения НИР по гос. заданию, проект №0356-2017-0741(0356-2019-0024), и при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ и БелРФФИ №18-54-00010.

Список использованных источников:

1. Goryachkina O.V., Badaeva E.D., Muratova E.N., Zelenin A.V. Molecular cytogenetic analysis of Siberian *Larix* species by fluorescence *in situ* hybridization. Plant Systematics and Evolution. – 2013. – Vol. 299, №2. – P. 471-479.

2. Shibata F., Hizume M. Comparative FISH analysis of 11 *Picea* species. Cytologia. – 2008. – Vol. 73, №2. – P. 203-211.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ ЛИСТВЕННИЦЫ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

Никитенко Е.А.
Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Россия
dea1808@mail.ru

Технология получения посадочного материала с закрытой корневой системой (ЗКС) является наиболее прогрессивной, поскольку обеспечивает рациональное расходование семян, сокращение сроков выращивания сеянцев, возможность применения средств механизации и автоматизации процесса. В КГСАУ «Хабспецхоз» Хабаровского края выращивают сеянцы лиственницы с ЗКС, начиная с 1995 года. Повышение эффективности производства посадочного материала постоянно требует минимизации затрат и улучшения качества сеянцев. Эту проблему можно решать путем уменьшения стоимости материалов и транспортных расходов, ускорения роста и развития сеянцев за счет использования новых современных стимуляторов роста растений и др.

Исследования проводились по Договору с КГСАУ «Хабспецхоз» в 2017 году.

Цель работы - совершенствование технологии выращивания сеянцев лиственницы с ЗКС в теплицах.

Задачи исследований:

- оценка роста и развития сеянцев лиственницы при использовании различных субстратов, мульчи, новых видов стимуляторов роста растений;
- разработка оптимальных технологических параметров выращивания сеянцев лиственницы с ЗКС в теплицах.

Для заполнения контейнеров использовались 2 вида верхового торфа: торф ООО «Деметра» (торф 1) и торф – ООО «Терра-торф» (торф 2), оба производителя из Сахалинской области. Результаты выращивания представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Средние показатели однолетних сеянцев лиственницы с ЗКС, выращенных на разных видах торфа

Варианты наполнителя	Высота, см	Диаметр, мм	Сохранность, %	Число боковых ветвей, шт.
торф 1	25,57±0,19	2,68±0,02	96,24±4,36	2,04±0,08
торф 2	27,95±0,22	2,84±0,02	94,38±9,27	3,02±0,10
Среднее	26,72±0,15	2,76±0,01	95,34±5,07	2,51±0,06
Показатель значимости различий t	8,24>3,29	5,71>3,29	0,18<1,68	7,77>3,29

Средняя высота и средний диаметр сеянцев, выращенных на торфе 2, достоверно (при вероятности $P_в$=0,999) превышают аналогичные показатели сеянцев, выращенных на торфе 1 на 9,3 и 6% соответственно. То же можно сказать и о числе боковых побегов, здесь превышение составило 48,1%. Это является косвенным признаком более активного наращивания биомассы сеянцами на торфе 2, что говорит о вероятно большем содержании в нем элементов минерального питания растений (прежде всего азота, фосфора, калия).

Сохранность на торфе 2 на 1,9% ниже, однако эта разница статистически недостоверна (при вероятности $P_в$=0,90 $t_{факт}$=0,18< $t_{табл}$=1,67), что объясняется большой вариабельностью сохранности сеянцев в каждом контейнере.

Для Приамурско-Приморского хвойно-широколиственного района предусмотрены следующие размеры стандартных сеянцев [1]: высота стволика – не менее 20 см, диаметр корневой шейки – не менее 3,0 мм. Исходя из этого, выход стандартных сеянцев по

высоте на торфе 1 составляет 84,8%, на торфе 2 – 90,9%, с учетом фактической сохранности 81,6 и 85,8% соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Выход стандартных сеянцев с ЗКС на различных видах торфа

Варианты наполнителя	Выход стандартных сеянцев, % от живых			Выход стандартных сеянцев, % от числа ячеек		
	по высоте	по диаметру	по высоте и диаметру	по высоте	по диаметру	по высоте и диаметру
Торф 1	84,8	37,1	35,2	81,6	35,7	33,9
Торф 2	90,9	51,2	50,5	85,8	48,4	47,6
Среднее	87,8	43,9	42,6	83,7	41,9	40,6

Разница между выходом стандартных по диаметру сеянцев на 2 видах торфа еще больше – 37,1 против 51,2% от живых или 35,7 против 48,4% от числа ячеек. В итоге по двум показателям, разница в выходе стандартного посадочного материала составляет 13,8% в пользу торфа 2 (47,6 против 33,9%).

Сравнение результатов использования двух видов мульчирующих материалов показало преимущество вермикулита по всем четырем изучаемым показателям (таблица 3).

Таблица 3 – Средние показатели однолетних сеянцев лиственницы с ЗКС, выращенных с применением двух видов мульчирующих материалов

Варианты мульчи	Высота, см	Диаметр, мм	Сохранность, %	Число боковых ветвей, шт.
Цеолит	24,78±0,20	2,73±0,02	94,40±8,54	2,13±0,08
Вермикулит	28,69±0,19	2,79±0,02	96,30±0,77	2,90±0,10
% превышения	15,8	2,3	2,0	36,3
Показатель значимости различий t	13,99>3,29	2,23<3,29 2,23>1,96	0,22 < 1,68	6,13>3,29

Наибольшее превышение показали число боковых ветвей и средняя высота сеянцев при применении вермикулита – на 36,3 и 15,8%, соответственно. Превышение диаметра и сохранности в пределах 2-2,3%. Различия средних, за исключением диаметра и сохранности, подтверждаются статистически при вероятности $P_в$=0,999. Различия средних диаметров достоверны при вероятности $P_в$=0,95. Превышение сохранности статистически недостоверно.

Применение вермикулита по сравнению с цеолитом увеличивает выход сеянцев, стандартных по высоте – на 11%, стандартных по диаметру – на 7,1%, стандартных по обоим показателям – на 7,9% от числа ячеек (44,6% против 36,7%).

Обобщая результаты настоящих и ранее проводимых исследований, укажем основные технологические параметры, к которым следует стремиться, и перспективные направления совершенствования технологии выращивания сеянцев лиственницы с ЗКС.

Субстрат. Лучшим субстратом для выращивания сеянцев с ЗКС является верховой торф. Для теплиц КГСАУ «Хабспецхоз» лучшие результаты получены при использовании торфа ООО «Терра-торф»: выход стандартных сеянцев увеличился на 13,8% по сравнению с торфом ООО «Деметра». Разница биометрических показателей статистически достоверна для вероятности $P_в$=0,999.

Перспективным направлением исследований является подбор и испытание новых субстратов, например, на основе местного низинного торфа и опилок.

Технология посева. Исследования ДальНИИЛХ 2010-2011 гг. показали, что превышение в выходе сеянцев с ЗКС при ручном посеве по сравнению с автоматизированным посевом составляло около 36-39%. Поэтому весомую добавку выпуска сеянцев может дать совершенствование автомата для заполнения контейнеров субстратом и посева семян.

Мульчирующие материалы. Для предотвращения образования поверхностной корки и слеживания субстрата необходимо мульчировать посевы. Лучше всего для этой цели подходят цеолит и вермикулит, которые кроме основной функции, способствуют дополнительному поступлению питательных веществ в растения. В опытах 2017 года сеянцы, мульчированные вермикулитом, показали статистически достоверное преимущество биометрических показателей по сравнению с мульчированными цеолитом. В будущем необходимо проработать вопросы дозировки мульчи: возможно преимущество создает не сам материал, а его неравноценная дозировка.

Удобрения. Лучшие результаты дает применение корневых подкормок растворимым комплексным удобрением, разработанным специально для выращивания сеянцев хвойных пород. Оно сбалансировано, согласно фазам развития растения, полностью усваивается и способствует пропорциональному развитию сеянца, в отличие от удобрений, добавляемых в субстрат, которые могут накапливаться и вызывать повреждение корней сеянцев. В 2017 году в КГСАУ «Хабспецхоз» применялось комплексное удобрение «Акварин», выпускаемое Буйским химическим заводом (Костромская область). Несмотря на холодную затяжную весну, выход стандартного посадочного материала, особенно стандартного по высоте, оказался достаточно высокий. Для ускорения роста по диаметру перспективно испытание различных видов и дозировок растворимых удобрений и (или) стимуляторов роста.

Фунгициды. В 2017 году в КГСАУ «Хабспецхоз» проводились профилактические обработки сеянцев лиственницы с ЗКС 1 раз в 10 дней попеременно 2 видами фунгицидов: классический системный фунгицид на основе беномила «Бенорад» (ЗАО Фирма «Август») и комбинированный препарат «РидомилГолд МЦ» (ООО «Сингента»). Выбранная схема обеспечила достаточно высокий уровень защиты, не позволивший развиться инфекционным заболеваниям. Дальнейшие исследования следует проводить по пути возможного сокращения числа обработок.

Инсектициды. Этот же вывод относится и к препарату «Децис», который в 2017 году применялся 1 раз в 10 дней, а в 2011 году – 3 раза за вегетационный период с достаточной эффективностью.

Стимуляторы роста. Практический эффект от использования стимуляторов роста для выращивания сеянцев лиственницы с ЗКС в КГСАУ «Хабспецхоз» на сегодняшний день требуется дополнительно изучать. Замачивание семян в стимуляторах фумар, циркон и эпин оказалось неэффективно, а замачивание в стимуляторах роста на основе биологически активных веществ (пихтовая вода, эмульсия пихтовая и еловая) при увеличении некоторых биометрических показателей уменьшило выход сеянцев. Корневые и внекорневые подкормки этими веществами также дали противоречивые и не всегда статистически достоверные результаты.

В конечном итоге, выбор из большого множества препаратов и технологических приемов для успешного выращивания сеянцев лиственницы с ЗКС определяется путем расчета минимальных затрат при максимальном агротехническом эффекте.

Список использованных источников:

1. Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений: приказ Минприроды России от 25 марта 2019 года № 188.

СОСТОЯНИЕ СЕМЕННИКОВ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ НА ПОСТОЯННОМ ЛЕСОСЕМЕННОМ УЧАСТКЕ

Новак А.П., Оканов К.С.
Алтайский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации», Казахстан ridder_los@mail.ru

Создание лесосеменных участков является одной из важных составляющих в ведении лесного хозяйства. Известно, что от состояния семенников, которое в свою очередь зависит от многих факторов перечисленных ниже, зависит урожай шишек полученных с данного участка.

В подавляющем большинстве исследований отмечается, что большое влияние на рост и развитие лесных культур оказывает густота их посадки. От нее зависит срок смыкания полога насаждений, ход дифференциации изреживания древостоя, очищение ствола от сучьев, формирование ствола и кроны деревьев. По поводу оптимальной первоначальной густоты лесных культур, существуют противоречивые мнения: одни исследователи являются сторонниками густых культур [1-2], другие - более редких [3-4].

Алтайским филиалом КазНИИЛХА были проведены исследования по изучению влияния полноты на продуктивность искусственных насаждений на ПЛСУ лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ldb.), где с целью повышения урожайности семенников выполнялось изреживание древостоя различной интенсивности.

Лесные культуры, в которых был заложен ПЛСУ, созданы в 1968 г. в Пригородном лесничестве Риддерского ГУ ЛХ, на абсолютной высоте 1000 м н. у. м. Культуры создавались по плужным бороздам, расстояние между которыми колебалось от 2,8 до 3,2 м, в рядах – 0,7-0,8 м. Участок был разбит на делянки, на которых проводилось изреживание с окончательным размещением семенников – 6×3, 6×6, 9×6 м и делянки с обычными рубками ухода и без рубок. В возрасте 12 лет был проведен первый прием формирования с изреживанием только в рядах, расстояние между оставляемыми деревьями варьировало от 1,5 до 2,0 м.

Второй прием был выполнен в 15-летнем возрасте лесных культур. В варианте с окончательным размещением 6×3 м (таблица 1) полностью вырубался каждый второй ряд, расстояние между оставшимися рядами составило в среднем 5,8 м. В пересчете на 1 га оставлено 670 семенников. Заключительный прием выполнен в 1988 г., когда культуры достигли 22-летнего возраста. Вырубались лишь отдельные деревья в рядах, т.е. изреживание проведено фактически в два приема.

В варианте с размещением семенников 6×6 м при первом и втором приемах изреживание проводилось по выше приведенной схеме, при третьем – расстояние в ряду доводилось до 5-6 м. В пересчете на 1 га оставалось 370 семенников.

В варианте с размещением семенников 9×6 м первый прием изреживания также был выполнен по вышеописанной схеме, при втором – оставлялись первый, четвертый, седьмой и т.д. ряды, а остальные вырубались. Расстояние между оставшимися рядами колебалось от 7,2 до 9,0 м, в ряду до 3,0 м. При заключительном приеме расстояние в ряду доводилось до 6,0 м. В расчете на 1 га оставалось 280 семенников.

В контроле с рубкой в рядах проводилась уборка отстающих в росте деревьев. После первого приема было оставлено в пересчете на 1 га - 2680, после второго – 2160, третьего – 1630 деревьев. Среднее расстояние между ними составило в среднем 1,2; 1,5; 2,0 м.

На делянке контроль без рубок - количество деревьев на 1 га составляло соответственно 2900, 2820 и 2800 шт. Снижение произошло только за счет естественного отпада.

С момента закладки ПЛСУ и по мере проведения изреживаний, на всех делянках проводились замеры основных таксационных показателей семенников, оценивались их состояние и жизнеспособность, что позволило прослеживать динамику роста и развития лесных культур различной густоты (таблица 1).

Таблица 1 - Лесоводственно-таксационная характеристика семенников лиственницы сибирской на ПЛСУ

Таксационные показатели	Этапы изреживания		Размещение семенников, м				
			6×3	6×6	9×6	контроль с рубкой	контроль без рубки
Количество, шт./га	I		1830	1160	1180	2680	2900
	II		670	540	420	2160	2820
	III		670	370	280	1630	2780
Высота, м	I		3,63	3,91	3,74	3,47	3,45
	II		5,31	5,47	5,34	5,30	4,96
	III		8,24	8,05	8,04	8,25	7,07
	Показатели 2002 г.		12,50	12,80	12,20	12,40	12,20
	Показатели 2009 г.		15,10	15,0	15,50	15,70	15,30
Диаметр, см	I		4,10	4,46	4,47	3,76	3,81
	II		8,30	8,02	7,94	7,15	6,07
	III		14,20	15,10	16,30	12,30	11,50
	Показатели 2002 г.		24,30	24,60	27,20	18,30	14,70
	Показатели 2009 г.		24,90	26,00	30,00	18,80	16,00
Ширина кроны, м	I	С-Ю	1,55	1,58	1,59	1,41	1,40
		В-З	1,46	1,51	1,46	1,23	1,25
	II	С-Ю	2,51	2,53	2,54	2,24	1,95
		В-З	2,29	2,43	2,47	1,78	1,53
	III	С-Ю	3,60	3,20	3,50	3,30	3,10
		В-З	3,30	3,00	3,10	3,20	3,00
	2002 г.	С-Ю	5,00	4,80	5,30	3,80	3,20
		В-З	3,70	4,30	4,80	3,10	2,80
	2009 г.	С-Ю	5,70	5,60	6,20	4,30	3,50
		В-З	4,10	5,60	6,50	3,10	2,20

Из таблицы видно, что высота 43-летних (исследования 2009 г.) семенников лиственницы сибирской на всех делянках с различным окончательным размещением, больших различий не имеет. Тем не менее, у семенников на делянке – контроль с рубкой и окончательном размещении деревьев 9×6 м наблюдается больший рост (15,7; 15,5 м) по сравнению с более загущенными культурами (контроль без рубки – 15,3; 6×3 – 15,1 и 6×6 – 15,0 м).

По диаметру наблюдаются более значительные отличия. Так, на делянках контроль с рубкой и без рубки средний диаметр составил 18,0 и 16,0 см. Это самый низкий показатель на ПЛСУ, однако за счет большого количества оставленных семенников, их запас оказался наибольшим – 294,7 и 359,0 $м^3$/га. Диаметр семенников с повышением интенсивности изреживания увеличивается. Так при окончательном их размещении - 9×6 м (280 шт. на га) средний диаметр составил 30,0 см, - 6×6 (370 шт. на га) – 26,0 см и – 6×3 (670 шт. на га) – 24,9 см. Запас на этих участках ниже, чем в контроле с рубками и составляет соответственно 128,4; 126,6 и 212,0 $м^3$/га. К нормальным насаждениям по запасу в этом возрасте можно отнести вариант с окончательным размещением семенников 6×3 м [5].

В течение всего периода роста семенников проводились наблюдения за развитием кроны, которая, как известно не только показатель цветения и плодоношения, а также

является основным поставщиком кислорода и фитонцидов, поглотителем углекислого газа и т.д., поэтому, чем крона более развита, тем лучше выше перечисленные функции она выполняет. Это немаловажный фактор в горных лесах, выполняющих защитные функции.

Борозды на ПЛСУ расположены с востока на запад. После второго приема изреживания крона семенников по направлению С-Ю (поперек ряда) развивается более интенсивно, чем в ряду (В-З). В целом же, после второго приема текущий прирост кроны меньше, чем после первого. При этом связи величины этого показателя с интенсивностью изреживания на этом этапе не прослеживалось.

Исследования 2002, 2009 гг. показали, что на делянках с окончательным размещением семенников 9×6 м, наблюдается более интенсивный рост кроны в ширину (по направлениям: С-Ю составляет 6,2; В-З - 6,5м). В других вариантах изреживания размещения 6×3 м – 5,7 и 4,1 м; 6×6 м – 5,6 и 5,6 м. Наименьшие показатели оказались на делянках контроль с рубкой и без них(4,3 и 3,1 м; 3,5 и 2,4 м). При этом необходимо отметить, что ширина кроны семенников по направлению С-Ю (вдоль рядов), по-прежнему развивается более интенсивно, чем в рядах (В-З). Следовательно, с увеличением полноты древостоя, ширина кроны меньше и, наоборот, чем реже размещение (9×6 м- 280 шт./га), тем шире крона. Такие деревья имеют и более развитую корневую систему и поэтому более интенсивно выполняют защитные функции.

Список использованных источников:

1. Савич Ю.Н., Овсянкин В.Н., Полубояринов. О росте, продуктивности и устойчивости сосновых культур, созданных при различной густоте посадки. Научные труды Укр. с-х акад. – 1978. - С. 27-38.

2. Пинчук А.М. Влияние различной густоты посадки на рост сосны обыкновенной. Труды Института леса и древесины СО АН СССР. - 1961. - Т. 50. - С. 43-48.

3. Огиевский В.В. Лесные культуры Западной Сибири. – М.: Наука, 1966. – 187 с.

4. Гаврилов В.И. Сосновые хозяйства быстрого прироста. Лесной журнал. - 1961. - №4. – С. 6-11.

5. Нормативы для таксации лесов Казахстана. – Алма-Ата: Кайнар, 1987. – 238 с.

ФРУКТОВЫЙ САД В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ГОРОДА НУР-СУЛТАН

Обезинская Э.В., Силенко М.Н.
Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Казахстан evelina.51@mail.ru

Национальным достоянием столицы Нур-Султан является Ботанический сад, расположенный на левом берегу реки Есиль, вдоль проспекта Кабанбай батыра.

Ботанический сад (БС) организовывается как научный объект, составляющий национальное достояние. Общая площадь участка Ботанического сада составляет 94 гектаров. На территории Ботанического сада построена круглая площадь (входная зона), находятся две закрытые оранжереи, искусственный водоем, беговые и велосипедные дорожки.

Национальным достоянием станут коллекционные фонды живых растений и в дальнейшем гербарий интродуцированных растений мировой флоры. Озеленение Ботанического сада проводилось с 2017 года по следующим зонам территории: пейзажная посадка; центральная часть; аллеи; рядовая посадка центральной части; зона Национального парка «Западный Казахстан»; со стороны ул. Туркестан; набережная зона; зона Национального парка «Северного Казахстана»; со стороны Кабанбай батыра зона Национального парка «Восточного Казахстана»; коллекционная посадка; зона Национального парка «Южный Казахстан»; рядовая и групповая посадка по периметру; «Фруктовая роща».

В секторе «Южный Казахстан» высажены древесные и кустарниковые растения: береза повислая, сосна обыкновенная, можжевельник колоновидный (альпийская горка), биогруппа из тополя пирамидального, облепиха крушиновидная, черемуха обыкновенная, биогруппа из сирени обыкновенной, биогруппа из яблони Сиверса.

В «Центральной части» Ботанического Сада произрастают следующие древесные и кустарниковые растения: еловый бор; сосновый бор; ель (по кругу); туя западная; липа мелколистная; черемуха виргинская (листья красного цвета); клен остролистный форма пурпурная; вяз мелколистный.

В «Коллекционном участке» были высажены следующие растения: сосна обыкновенная, липа мелколистная, рябина обыкновенная, черемуха обыкновенная, тополь пирамидальный, пузыреплодник, смородина золотистая, смородина черная.

В секторе «Восточный Казахстан» - таволга средняя, снежноягодник белый, лиственница европейская, жимолость татарская, ива желтая, кедр сибирский, береза повислая, ель сибирская, бузина красная, клен остролистный, барбарис обыкновенный, можжевельник, форма желтокончиковый, клен татарский.

На дубовой аллее высажен рядами дуб черешчатый. В секторе «Шахматы» биогруппы древесных растений высажены с размещением как шахматная доска. Здесь произрастают следующие растения: дерен кроваво-красный, яблоня Недзвецкого, ива желтая, рябина обыкновенная, кедр сибирский, липа мелколистная, груша уссурийская, дерен белоокаймленный.

У «Входной части с проспекта Кабанбай Батыра»: береза повислая, сосна обыкновенная, дуб черешчатый, тополь пирамидальный, ива ломкая, лиственница европейская, клен татарский, рябина обыкновенная, можжевельник колоновидный.

Весной 2019 года в Ботаническом Саду на площади 1,0 га было высажено 724 деревьев яблонь следующих сортов: белорусский синап, белорусское малиновое, Алеся, имант, фридом, надзейны, сакавита. Один сорт – Nur-Sultan вывели специально для столицы. Это высокоурожайные сорта яблонь, плоды которых имеют длительный срок хранения. Высота саженцев 1,2-1,5 метра. За высаженными саженцами ведутся агротехнические уходы: полив, рыхление почвы в лунках, обрезка кроны.

Цветники украшают территорию Ботсада, придают ей неповторимость, привлекательность. На клумбах высаживают однолетние и многолетние цветочные

растения. Однолетние: петунья, тагетес, цинерария, лобелия, виола, портулак. Многолетние цветочные растения: аквилегия, колокольчик доломитовый, гвоздика, дельфиниум, рудбекия, тысячелистник декоративный, колокольчик скученный, дербенник желтый, лиатрис, сальвия неомороза - шалфей дубравный, дахис шерстистый. Декоративно выглядят клумбы из почвопокровных роз.

Для обеспечения клумб качественными цветами АО «Астана-Зеленстрой» выращивает саженцы однолетних цветочных культур и почвопокровную рассаду в двух теплицах.

За зелеными насаждениями столицы проводится регулярный экологический мониторинг, который обеспечивает дифференцированный по типам озелененных территорий учёт и оценку, степень антропогенного воздействия на зеленые насаждения. Выявление ослабленных насаждений позволяет своевременное принятие мер по улучшению их состояния.

Экологический мониторинг за зелеными насаждениями в Ботаническом саду проводится с привлечением ученых Казахского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации (КазНИИЛХА).

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ВЕЛИКОАНАДОЛЬСКОГО ЛЕСНОГО ЗАКАЗНИКА И ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НА ЕГО ТЕРРИТОРИИ

Обезинская Э.В.[1], Роюк А.В.[2], Евсиенко В.П.[2]
[1]Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Казахстан evelina.51@mail.ru
[2]Малинский лесной колледж, Украина

Площадь Великоанадольского государственного заказника составляет более 2,5 тысяч гектар. Насаждения расположены между городом Волноваха и селом Благодатное, с северо-запада на юго-восток Донецкой области.

Великоанадольскому лесу в 2019 году исполнилось 176 лет, это искусственно созданный массив в сухой открытой возвышенной степи на территории бывшей Российской империи. Знаменитый лесовод В.Е. фон Графф первый подтвердил возможность создания защитных лесных насаждений на голой степи, с малыми водными ресурсами. В 1843 г. им были основаны Великоанадольское степное образцовое казенное лесничество и Великоанадольская лесная школа [1].

Посадку вели крупномерными саженцами, работы проводились вручную, с использованием ручного инструмента, высаживали по сплошь обработанной почве в ямы.

Посадочный материал - саженцы ясеня, клена остролистного, клена татарского и полевого, вяза, бересклета, липы, яблони выращивали в питомнике.

Дело В.Е. фон Граффа с 1867 года продолжал его бывший помощник Людвиг Барк. При этом было выявлено, что главной породой в степи должен быть дуб черешчатый. Эта долговечная древесная порода и легко переносит климат. После рубки дуб успешно возобновляется вегетативно, давая пневую поросль. Побегопроизводительная способность дуба начинается с первого года его жизни и заканчивается в 200 лет. В лесоразведении дуб черешчатый рекомендуется как главная порода в лесомелиоративных насаждениях, в полезащитных полосах [2].

Создавались смешанные культуры по древесно-теневому типу. Так как дуб любит боковое оттенение, размещение пород проектировалось таким образом, чтобы главные светолюбивые породы были окружены древесными или кустарниковыми растениями, являющимися подгоном и спутниками главных пород. Для подгона высаживали следующие растения: клен остролистный, липа мелколистная, клен полевой, клен татарский, вяз обыкновенный и др. теневыносливые древесные породы и высокие кустарники, а в почвозащитном подлеске - лещина, смородина, скумпия, калина-гордовина, бирючина, жимолость татарская, акация жёлтая и др. В крайние и другие ряды вводили дикую грушу, дикую яблоню, китайскую яблоню, абрикос, сливу и др. плодовые породы. В защитных насаждениях высаживали культурные плодовые породы. В посадках главной и светолюбивой породой также являлся ясень. Агротехнические уходы, заключающиеся в рыхлении почвы, удалении сорной травянистой растительности, велись вручную.

Защитные полосы закладывались в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Продольные (основные) лесные полосы располагали перпендикулярно наиболее вредоносным ветрам (суховейным, метельным и вызывающим пыльные бури), господствующим в данной местности.

По берегам рек и озер, вокруг прудов и водоемов высаживали полосы укорененными черенками тополя черного. Полезащитное лесоразведение является одним из важнейших мероприятий, способствующих борьбе с засухой и обеспечению высоких и устойчивых урожаев.

Сейчас лесничество - базовая структурная составляющая государственного предприятия «Великоанадольское ЛХ», а учебное заведение функционирует в виде лесного колледжа. В здании бывшей метеорологической обсерватории В.Е. Граффа

открыт Музей леса. Вся территория лесничества - лесной массив искусственного происхождения.

Главная аллея от колледжа проходит через лесной массив из дуба, елей, ясеня, сосны, липы, клена и ведет на мостик паркового пруда, которому местные жители дали название «Озеро Любви», бросая цветы в пруд, загадывали желания.

Перед зданием первой школы лесников, на главной аллее, стоит высеченный из финляндского гранита памятник В.Е. фон Граффу. Вокруг памятника стоят собранные в степных окрестностях каменные бабы - памятники культуры древних народов.

На территории есть дендрологический парк, в котором произрастает древесная и кустарниковая растительность, пополняющаяся за счет ввоза растений отечественной и мировой флоры.

Лес просеками разбит на кварталы 500 × 500 м. Основные породы - дуб, клен, граб, ясень, липа, береза, тополя, сосна, ель, лиственница, а также экзотические породы других частей света: бархат амурский, софора японская, гледичия и другие. В заказнике насчитывается более 600 видов растений, из которых 37 охраняются законом. Многие деревья, которые растут в лесу, имеют возраст более 170 лет, в основном это дубовые посадки. Вдоль автомобильных дорог создают защитные ряды из алычи, шелковицы, ильмовых, дуба черешчатого.

Посадку дуба проводят сеянцами, выращенными в питомнике или посевом желудей, а другие древесные и кустарниковые растения высаживают сеянцами 2-3-летнего возраста. Посадка проводится механизированная лесопосадочными машинами.

На выкопке посадочного материала и посадке лесных культур принимают участие студенты колледжа.

Список использованных источников:

1. Федотова А.А., Лоскутова М.В. Велико-Анадольское лесничество и создание лесного опытного дела в России (1840 – начало 1890-х гг.). Известия РГО. - 2013. - Т. 145. №6. - С. 52-65.

2. Турский М.К. Лесоводство. - М.: Изд-во Моск. гос. ун-та леса, 2000. - 398 с.

ЛЕСНОЙ ГЕНЕТИЧЕСКИЙ РЕЗЕРВАТ КЕДРА СИБИРСКОГО НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНО-АЛТАЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Оканов К.С., Новак А.П., Роговский С.В.
Алтайский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации», Казахстан ridder_los@mail.ru

Выделение генетических резерватов является одной из мер по сохранению на длительный период генетического фонда главных лесообразующих пород. Очень важным при этом является установление минимальной величины площади сохраняемой популяции, при которой сохраняется генетическое разнообразие, обеспечивающее поддержание приспособленности и продуктивности вида.

В горных условиях проведение этих работ усложняется наличием высотной поясности распределения древесной растительности и, следовательно, наличием высотных экотипов, форм, рас. Поэтому подбор и выделение генетических резерватов должны проводиться с учетом значения и распространенности тех или иных экотипов и форм, в соответствии с природоландшафтными границами, проходящими по территории распространения вида, с учетом биологических особенностей расселения видов, определяющих степень изоляции популяции.

Изучение и сохранение лесных генетических резерватов (ЛГР – далее по тексту) является очень трудоемким и дорогостоящим мероприятием, но такие исследования высоко рентабельны, исключительно своевременны и крайне необходимы.

С начала закладки лесных генетических резерватов (1986-1990 гг.) прошло уже немало времени. При закладке ЛГР использовались лесоустроительные материалы 1985-1986 гг. В результате хозяйственной деятельности лесхозов, лесных пожаров, а также преобразования и реорганизации части лесхозов в государственные природные заповедники и национальные парки тоже произошли некоторые изменения. В таблице 1 приводится краткая характеристика всех лесных генетических резерватов сосны сибирской в Восточно-Казахстанской области.

Таблица 1- Краткая характеристика генетических резерватов кедра сибирского

Номер по реестру	Лесовладелец	Номера кварталов	Номера выделов	Площадь, га
16	Катон-Карагайский ГНПП, Арчитинское лесничество	264 265 277	2, 6, 8, 10, 13, 15 2, 5, 6, 8, 9 2, 3	219,8
17	Катон-Карагайский ГНПП, Арчитинское лесничество	328 329	1-6, 9, 10 34, 41, 44, 45, 47, 54, 56	212,0
18	Западно-Алтайский ГПЗ	107 108 53	2, 10, 16, 19, 20 22, 35, 36 5, 12, 25	226,6
Итого по кедру				658,4

В Казахстане кедровые леса имеются практически только в Восточно-Казахстанской области, площадь их составляет около 44 тыс. га. Кроме того, кедр сибирский участвует в составе до 2 единиц в формации темнохвойной тайги. Общая площадь этой формации составляет около 100 тыс. га. Кедровые леса, особенно горные, выполняют особые средозащитные функции, наиболее проявляющиеся в регулировании водного стока. Наряду с выполнением защитных функций, кедровые леса являются источником добычи кедрового ореха, они всегда были под запретом для заготовки древесины.

С целью сохранения генетического фонда этой уникальной породы на территории Западно-Алтайского государственного природного заповедника выделен лесной генетический резерват кедра сибирского (кв. 53, выд. 12, «Линейский перевал» - рисунок 1). Природно-климатическая зона – Казахстанский Алтай, подзона – Рудный Алтай, провинция – Алтайская, лесорастительный район – Северо-Восточный. Среднегодовая температура здесь составляет – 1,6°С, годовое количество осадков – 900-1000 мм, в т.ч. за вегетационный период – 500-600 мм. Продолжительность безморозного периода <82 дня. Территория района вытянута узкой полосой (10-12 км) с северо-запада на юго-восток. Экспозиция склонов – Ю, ЮЗ, СЗ, крутизна – 1525°.

Рисунок 1 – Лесной генетический резерват кедра сибирского

Оценка насаждений начиналась с рекогносцировочного обследования и последующей закладки пробной площади. Отграничение пробных площадей в натуре производилось инструментально с замером углов и сторон, с использованием лазерного дальномера TruPulse – Laser 200 Bluetooth, буссоли АР-1, и определением географических координат (навигатор GarminGPSMAP 64).

Таксационные показатели для общей характеристики исследуемых насаждений вычислялись на основе общепринятых в таксации формул [1].

При камеральной обработке определялись статистические показатели согласно методике [2].

Общая площадь резервата – 226,6 га, насаждения имеют в своем составе (кроме кедра), лиственницу, ель, пихту, березу. Участие кедра от 4 до 7 единиц (в среднем 6К2Е1Лц1П). Средний возраст кедра – 186, ели – 126, пихты – 112, лиственницы – 163 лет. Бонитет насаждений – IV-V, полнота – 0,5-0,8, типы леса – кедрач субальпийского редколесья (30%), черничниковый (15%), травяной (55%). Количество подроста – 1-4 тыс.шт./га, состав – от 7К3П до 4К4Е2П. Средняя площадь выделов – 20,6 (8,0-68,0) га.

Травяной покров – средней густоты, не равномерный. Под пологом преобладают теневыносливые низкорослые травянистые растения - кислица обыкновенная, черника, лук медвежий (черемша), манжетка близкая, хвощ лесной – 10% проекционного покрытия (п.п.). Большую же часть п.п. (30%) под пологом занимают злаковые – бор развесистый, тимофеевка луговая, зубровка душистая, душистый колосок, вейники, мятлики, из осоковых – пухонос альпийский. В гораздо меньшем количестве (3-5% п.п.) встречаются разные виды горькуши, а также папоротники, манжетка, володушка золотистая.

Осоки (20%), в основном, произрастают на более влажных местах (вблизи ручейков), а также на прогалинах, задерненных кустарником, среди них – осока двуцветная, осока заячья, осока округлая. На скальных выходах, хорошо прогреваемых солнцем, встречаются заросли бадана толстолистного, осоки скальной. Мох зеленый составляет 5-7% общего проекционного покрытия. В наименьшем количестве, как правило, на прогалинах, произрастают - лабазник вязолистный, водосбор сибирский, фиалки, золотарник, ястребинка синяковидная и др.

Лесные генетические резерваты выделяются для сохранения высококачественного генетического материала с целью повышения продуктивности создаваемых насаждений. Они являются основной формой сохранения и поддержания генетического потенциала основных лесообразующих и лесосоставляющих пород. Отбор и выделение резерватов проводится с учетом сохранения в будущем типологического разнообразия лесов каждого лесорастительного и лесосеменного районов (подрайонов).

Лесные генетические резерваты, в первую очередь, выделяются в зоне оптимума произрастания видов, где ещё сохранились насаждения с ценным генетическим потенциалом или где существует угроза нарушения или потери генетического фонда лесообразующих пород в результате хозяйственной деятельности человека. В них постоянно ведутся научно-исследовательские работы. Разработаны мероприятия по сохранению и воспроизводству ЛГР (всего 30 пунктов). Ведение хозяйства в ЛГР, выделенных на территории заповедников и национальных природных парках, осуществляется в соответствии с Типовыми положениями, в других ЛГР ведение хозяйства и использование лесов проводится в соответствии с Лесным кодексом Республики Казахстан и другими нормативными актами.

Список использованных источников:

1. Вагин А.В., Мурахтанов Е.С., Ушаков А.И., Харин О.А. Лесная таксация и лесоустройство. – М.:Лесная промышленность, 1978. – 366 с.

2. Кентбаева Б.А. Методология научных исследований: учебник. - Алматы, 2014. – 206 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПРОТИВОЭРОЗИОННОГО КОМПЛЕКСА

Петелько А.И.
Новосильская Зональная Агролесомелиоративная Опытная Станция
ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», Россия zaglos@mail.ru

Современная водная эрозия вызывает смыв и размыв почвы во время поверхностного стока. Этот процесс происходит на расчленённой территории, когда сток талых вод не регулируется [1]. На Новосильская ЗАГЛОС ученые разработали комплекс противоэрозионных мероприятий, объединяющий в себе специальные организационно-хозяйственные, агротехнические, лесо- и лугомелиоративные, гидротехнические мероприятия [2-4]. Важной составной частью этого комплекса являются защитные лесные насаждения. На территории станции старшим научным сотрудником, кандидатом сельскохозяйственных наук Новиковым Н.Е. обследовано 779 га лесных насаждений, в том числе 307 га, имеющих искусственное происхождение. Все насаждения условно разбиты на две подгруппы. В одной сосредоточены преимущественно линейные насаждения на приводораздельном фонде (полезащитные, стокорегулирующие, садозащитные, снегораспределительные). К другой группе отнесены насаждения на присетевом и гидрографическим фондах - это кольматирующие и прибалочные лесные полосы, массивные естественные и искусственные лесонасаждения.

Насаждения первой подгруппы занимают 80,4 га (26,7%), а второй - 227 га (73,8%). Во второй подгруппе преобладают участки сплошного облесения - 167 га (73,6% от площади подгруппы). Естественные леса занимают 472 га. Они представляют собой самооблесившиеся в годы войны залежи, а также куртинные насаждения на пастбищах, берегах и откосах размывов, разросшиеся опушки ранее созданных насаждений. Распределение насаждений по категориям и возрасту приведено в таблице 1. Класс возраста для ивы и тополя принят 5 лет, для остальных пород - 10.

Среди видов защитных насаждений представляют интерес, как один из этапов лесомелиорации станции, снегораспределительные и кольматирующие лесные полосы, хотя они не получили широкого применения в практике защитного лесоразведения. К снегораспределительным отнесены 1-3-х рядные узкие лесополосы со сближенными междурядьями по горизонталям. Основное назначение таких полос, как видно из названия, - оптимальное распределение снега в зоне их влияния. Кольматирующие представляют собой такие же узкие полосы, но с размещением на присетевом фонде вдоль боковых размывов и по верхней границе, в результате чего весь присетевой фонд оказывается разбитым на небольшой клетки, внутри которых создаются благоприятные условия для наиболее равномерного снегоотложения, роста травянистой растительности, кольматажа мелкозёма, поступающего сюда с полевых склонов.

Среди искусственных защитных лесонасаждений обеих подгрупп преобладают посадки старше 50 лет. Они занимают площадь 172,6 га (56,2%); насаждений I-II классов возраста всего 9,5 га (3,1%). В последние годы опытное хозяйство не занимается посадкой лесных насаждений, так как созданная система охватывает всю территорию. Возможно лишь уплотнение этой системы посадкой недостающего небольшого количества новых полос и реконструкция старых насаждений, не соответствующих современным требованиям сельскохозяйственного производства или санитарным нормам.

Среди естественных насаждений также преобладают насаждение V класса возраста и старше. На их долю приходится 326,8 га (69,2%). Многие из них (старовозрастные) подходят к возрасту лесовозобновительных рубок и лесовосстановления. В ряде случаев природа сама позаботилась о смене поколений лесной растительности, сформировав под пологом насаждений естественное возобновление.

Таблица 1 - Распределение защитных лесных насаждений по подгруппам, категориям и классам возраста, га

Виды защитного насаждения	Площадь	В том числе по классам возраста										Куста р-ники
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X и старше	
I подгруппа												
Полезащитные лесополосы	26,09	-	2,22	1,37	13,11	8,45	0,11	0,30	-	0,27	0,26	-
Стокорегулирующие лесополосы	47,32	0,10	3,50	10,33	18,20	0,32	12,11	0,42	0,50	1,38	0,28	0,15
Садозащитные лесополосы	3,28	-	0,75	0,83	0,67	-	1,03	-	-	-	-	-
Снегораспределительные лесополосы	3,77	-	-	-	-	-	0,43	2,86	-	-	0,28	0,20
Итого по I подгруппе	80,45	0,10	6,47	12,53	31,98	8,77	13,71	3,58	0,50	1,65	0,82	0,35
II подгруппа												
Прибалочные лесополосы	50,22	-	1,44	3,6	34,52	6,00	3,23	0,52	-	-	0,22	0,69
Кольматирующие лесополосы	9,09	-	-	-	-	-	6,67	2,31	-	-	-	0,11
Сплошное облесение	166,96	-	1,52	12,92	24,07	39,62	70,13	14,21	0,38	-	0,25	3,86
Естественные леса	772,29	30,63	20,89	44,30	49,66	271,86	21,28	6,10	27,57	-	-	-
По берегам рек	27,57	-	-	-	-	-	-	-	27,57	-	-	-
Итого по II подгруппе	698,56	30,63	23,85	60,82	108,25	317,48	101,31	23,14	27,95	-	0,47	4,66
Всего	779,01	30,73	30,32	17,35	140,23	326,25	115,02	26,72	28,45	1,65	1,29	5,01
Примечание: Таблица составлена страшим научным сотрудником, кандидатом с.-х. наук Новиковым Н.Е.												

Особенно интенсивно этот процесс начал происходить в последние 15-20 лет, то есть по достижении 30-40-летнего возраста. Из лиственных пород под пологом насаждений преобладает подрост липы и клёна, а из кустарников - рябина, бузина, бересклет, жимолость, черемуха, спирея, лещина и др., нередко образующие густые заросли. Эти же породы занимают и откосы оврагов, где к ним примешивается осина, ива, береза. Наиболее густой подрост формируют ель и сосна веймутова, если близко имеются деревья-осеменители.

Во всех видах защитных насаждений наиболее часто встречается дуб (91,5 га или 29,8%), сосна (94 га или 30,6%) и береза (72 га или 22,9%), намного реже - лиственница (12,5 га или 4,1%), ель (7,5 га или 2,4%), липа (6,9 га или 2,2%), клены (9,5 га или 3,1%), ясень (4 га или 1,3%). Вяз довольно часто представлен либо в смешении с другими породами, где занимает подчиненное положение в составе насаждений.

В естественных насаждениях господствующее положение занимает береза – 400,7 га (84,8%), насаждения с преобладанием осины составляют немногим более 3%, дуба - около 3%. Приречные насаждения представлены исключительно новыми зарослями куртинного характера, и занимают площадь 27,6 га (5,8%). Кустарниками занято 5 га (исключая иву по берегам рек). Они представлены акацией желтой, лещиной, спиреей, вишней, терном. Рябина, черемуха, жимолость, бересклет встречаются часто, но почти исключительно под пологом насаждений [5].

Таким образом, многолетними исследованиями апробирован ассортимент древесных пород и кустарников, выявлена гидрологическая, почвозащитная, почвоулучшающая и экологическая роль защитных лесных насаждений в комплексе с другими противоэрозионными мероприятиями.

Список использованных источников:

1. Никитин П.Д., Минин Д.Д. Защитное лесоразведение. - Москва, 1949. - 208 с.

2. Новиков Н.Е., Петелько А.И., Селиверстов Л.П. Противоэрозионный оазис в южном Нечерноземье. - Орел, 2000. - 141 с.

3. Петелько А.И. Агролесомелиорация в адаптивно-ландшафтном земледелии Центрального Нечерноземья. Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук, Волгоград, 2012. - 39 с.

4. Петелько А.И., Новиков Н.Е. Предложения по защите почв от водной эрозии в районах Нечерноземья. - Орел, 1999. - 31 с.

5. Новиков Н.Е., Павловский Е.С., Борец В.П. Защитные насаждения Новосильской ЗАГЛОС. - Волгоград: ВНИАЛМИ, 1995. - 108 с.

МИКРОСАТЕЛЛИТНЫЙ АНАЛИЗ НАСАЖДЕНИЙ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ (*TILIA CORDATA* MILL.) В БЕЛАРУСИ

Петров Г.В., Каган Д.И., Ивановская С.И., Падутов В.Е.
Институт леса НАН Беларуси, Беларусь demuyrg86368@gmail.com

В настоящее время изменение климата считается одной из главных причин текущей трансформации в распределении биологических видов. Негативный эффект климатических изменений на сегодняшний день выражен в снижении роста и жизнеспособности ряда древесных пород в результате таких экстремальных явлений, как летние засухи и тепловые волны, участившиеся вспышки инвазивных заболеваний, шквалистые и ураганные ветра. В связи с этим представляется целесообразным уделять больше внимания древесным породам, характеризующимся широкой экологической амплитудой, засухоустойчивостью, которые могут получить экологическую и экономическую ценность в условиях изменяющегося климата. Одной из таких пород являются липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.).

В лесном фонде Беларуси площадь насаждений липы мелколистной составляет 4 646 га, или 0,06%, от общей площади покрытых лесом земель. Популяционная структура липняков представлена средневозрастными, средне- и высокопродуктивными древостоями, в основном, кисличного и снытевого типов леса. Популяция фрагментирована с наибольшей представленностью на северо-востоке Беларуси, наименьшей – на юге.

Важной задачей является необходимость сохранения генетических ресурсов липы, отнесенных европейскими исследователями к группе «уязвимых видов» вследствие фрагментарности ареала вида и ограниченного потока генов [1]. Высокая генетическая неоднородность липняков в европейском регионе [2], а также существенная неравномерность распределения липняков по территории Беларуси обуславливают необходимость проведения молекулярно-генетического анализа липовой формации Беларуси с целью выявления и сохранения всего генофонда исследуемого вида.

Объектами исследования являлись насаждения липы мелколистной Витебской, Гомельской, Гродненской и Минской областей:

– *насаждение №1*: Лиозненское лесничество Лиозненского лесхоза (Витебская область), квартал 160 / выдел 11, координаты – с.ш. 55°01′28″, в.д. 30°47′49″, площадь – 0,9 га, тип леса – липняк кисличный, тип условий местопроизрастания – $Д_2$, возраст – 60 лет, состав насаждения – 6Лп2Д1Е1Ос+Олч,Кл,Б, бонитет – II, полнота – 0,7;

– *насаждение №2*: Осинторфское лесничество Оршанского лесхоза (Витебская область), квартал 216 / выдел 1, координаты – с.ш. 54°42′53″, в.д. 30°39′29″, площадь – 4,4 га, тип леса – липняк кисличный, тип условий местопроизрастания – $Д_2$, возраст – 55 лет, состав насаждения – 3Лп2Д2Ос1Б1Олч1Е+В,Кл,Я, бонитет – I, полнота – 0,7;

– *насаждение №3*: Любчанское лесничество Новогрудского лесхоза (Гродненская область), квартал 97 / выдел 30, координаты – с.ш. 53°45′07″, в.д. 26°03′37″, площадь – 10,7 га, тип леса – липняк кисличный, тип условий местопроизрастания – $Д_2$, возраст – 70 лет, состав насаждения – 6Лп2Д2Б, бонитет – I, полнота – 0,7;

– *насаждение №4*: Хоростовское лесничество Старобинского лесхоза (Минская область), квартал 112 / выдел 21, координаты – с.ш. 52°29′71″, в.д. 27°17′00″, площадь – 0,5 га, тип леса – липняк кисличный, тип условий местопроизрастания – $Д_2$, возраст – 140 лет, состав насаждения – 6Лп2Д2Кл, бонитет – II, полнота – 0,7;

– *насаждение №5*: Лоевское лесничество Лоевского лесхоза (Гомельская область), квартал 46 / выдел 70, координаты – с.ш. 51°56′44″, в.д. 30°47′43″, площадь – 1,3 га, тип леса – липняк черничный, тип условий местопроизрастания – $С_3$, возраст – 120 лет, состав насаждения – 9Лп1Б, бонитет – III, полнота – 0,5.

ДНК-анализ липы мелколистной проводили с использованием микросателлитных локусов ядерного генома. Выделение ДНК проводилось с использованием SDS-метода. Для генетического анализа было использовано пять пар праймеров (таблица 1).

Таблица 1 – Нуклеотидные последовательности праймеров, использованных для микросателлитного анализа ядерной ДНК липы мелколистной

Локус	Нуклеотидная последовательность 5'-3'
*Tc*7	F – TTTACTTTTGCCAGTTGTGAGG
	R – CACCTAGAATGCCTCCTATTCG
*Tc*11	F – AGCTATGAAAGAACTATCAAGAGAAAG
	R – CCCCAAGACATTGCAGTAGAAC
*Tc*31	F – TTTGCAAAGACTACTCCAAGAATC
	R – AAATCGATGGTCAAGAACTAAATC
*Tc*915	F – ACATCGATTGTATTTCCCTTTAAC
	R – GTTGTATTTTGCCCTTAACATTG
*Tc*951	F – TGTTATGACCTCACTTATAACCAAGT
	R – GGGTGAGCTGACAATATAGAAGAG

Амплификацию ДНК проводили, основываясь на методе полимеразной цепной реакции. Электрофоретический анализ и детекцию меченых продуктов проводили в генетическом анализаторе Applied Biosystems 3500 Genetic Analyzer (Thermo Fisher Scientific) в соответствии с прилагаемой инструкцией. Анализ полученных результатов проводился на основе использования программного пакета GeneMapper 4.1. Для определения уровня генетического разнообразия использовали стандартные показатели [3]. Для вычисления значений показателей использовали пакет компьютерных программ POPGEN 1.32.

В ходе генетического анализа ядерной ДНК липы мелколистной всего было выявлено 20 аллелей: локус *Tc*7 – четыре (215 пар нуклеотидов (п.н.), 216 п.н., 227 п.н. (доминирующий), 228 п.н.); *Tc*11 – три (134 п.н., 136 п.н. (доминирующий), 137 п.н.); *Tc*31 – три (195 п.н. (доминирующий), 197 п.н., 199 п.н.); *Tc*915 – семь (145 п.н., 149 п.н. (доминирующий), 153 п.н., 155 п.н., 156 п.н., 157 п.н., 159 п.н.); *Tc*951 – три (159 п.н., 1161 п.н., 163 п.н. (доминирующий)). Для каждого локуса были рассчитаны частоты встречаемости выявленных аллелей.

Среди аллелей пять были встречены только у одного из проанализированных деревьев, произрастающих в трех насаждениях: Хоростовское лесничество, Старобинский лесхоз – $Tc11^{134}$, $Tc915^{153}$; Любчанское лесничество, Новогрудский лесхоз – $Tc915^{156}$, $Tc915^{157}$; Лиозненское лесничество, Лиозненский лесхоз – $Tc31^{199}$.

На основе полученных аллельных частот для исследованных насаждений были рассчитаны основные показатели генетического разнообразия (таблица 2).

Таблица 2 – Значения показателей генетического разнообразия в насаждениях липы мелколистной

Лесхоз, лесничество	P_{99}	A	n_e	I	H_o	H_e
Лиозненский, Лиозненское	0,400	1,400	1,400	0,277	0,200	0,267
Оршанский, Осинторфское	0,400	2,000	1,609	0,422	0,250	0,271
Новогрудский, Любчанское	0,800	2,200	2,037	0,657	0,233	0,428
Старобинский, Хоростовское	0,800	2,800	2,015	0,737	0,244	0,450
Лоевский, Лоевское	0,600	1,800	1,714	0,480	0,467	0,387
В целом	*1,000*	*3,800*	*2,261*	*0,926*	*0,256*	*0,509*

Примечание: P_{99} – доля полиморфных локусов (при частоте общего аллеля локуса не более 99%); A – среднее число аллелей на локус; n_e – эффективное число аллелей; I – индекс Шеннона; H_e – ожидаемая гетерозиготность; H_o – наблюдаемая гетерозиготность

Проанализированные насаждения липы мелколистной характеризуются широким спектром значений показателей генетического разнообразия (P_{99}=0,400-0,800; A=1,400-

2,800; n_e=0,400-2,037; H_o=0,200-0,467; H_e=0,267-0,450). Наименьшим уровнем генетического разнообразия по всем показателям характеризовалось насаждение липы мелколистной из Лиозненского лесхоза. Интересно отметить, что в высоковозрастных насаждениях был выявлен самый высокий уровень гетерозиготности: наблюдаемой – в липняке Лоевского лесничества Лоевского лесхоза (46,7%), ожидаемой – Хоростовского лесничества Старобинского лесхоза (45,0%) (возраст насаждений 120 и 140 лет соответственно). Высоким значением ожидаемой гетерозиготности характеризовался также древостой из Любчанского лесничества Новогрудского лесхоза (42,8%). В целом в проанализированных липняках уровень генетического разнообразия составил: P_{99}=1,000; A=3,800; n_e=2,261; H_o=0,256; H_e=0,509.

Сравнительный анализ наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности в отдельных насаждениях липы мелколистной выявил различия в их соотношении. Так, в липняках Лиозненского и Оршанского лесхозов (северо-восточная часть Беларуси) H_o и H_e сходны по своим значениям с некоторым превышением последней (соотношение 1,0:1,3 и 1,0:1,1 соответственно). В насаждениях Новогрудского и Старобинского лесхозов (западно-центральная часть) ожидаемая гетерозиготность возрастает практически в два раза, по сравнению с наблюдаемой (для обоих древостоев 1,0:1,8). В проанализированном насаждении Лоевского лесхоза (юго-восточная часть) значения H_o и H_e вновь выравниваются, однако уже с некоторым превышением первой из них (1,2:1,0). При этом на юге выявлен рост наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности, по сравнению с севером, в 2,3 и 1,5 раза соответственно. По-видимому, полученные результаты связаны со степенью фрагментированности ареала липы мелколистной на территории Беларуси.

Проанализированные насаждения Лиозненского и Оршанского лесхозов произрастают рядом друг с другом в регионе с наибольшей площадью липняков. Сходство значений наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности свидетельствует о том, что выборка находится в состоянии, близком к равновесному.

Липняки Новогрудского и Старобинского лесхозов фактически представляют собой окраинные, относительно изолированные насаждения от крупных и менее фрагментированных локаций исследуемого вида, по сравнению с дальнейшим продвижением на юг, где встречаемость липы значительно сокращается. Одной из вероятных причин выявленного здесь недостатка гетерозигот может быть эффект Валунда [4]. В случае, если пространственно структурированная популяция древесных растений содержит гетерогенные подвыборки (субпопуляции), сильно различающиеся по аллельным частотам, то в таких субпопуляциях появится дефицит гетерозигот и избыток гомозигот [5]. Для белорусской формации липы мелколистной характерна неравномерность распределения растений, по дальности переноса пыльцы липа относится к квазирегиональным видам (расстояние от 1-2 до нескольких десятков километров) [6] и характеризуется относительно небольшой дальностью рассеивания семян (до 30-70 м) [7]. В результате таких особенностей в популяции возникает подразделенность, происходит генетическое обособление субпопуляций, скрещивание в которых происходит чаще, чем между удаленными растениями, что приводит к неоднородности состава и частот встречаемости аллелей.

Липняки юго-востока Беларуси малочисленны и сильно фрагментированы. Фактически, насаждение липы мелколистной Лоевского лесхоза наиболее изолированное, по сравнению с другими, включенными в данное исследование. Поэтому установленные показатели гетерозиготности (H_o=46,7%; H_e=38,7%) следует признать высокими для такого изолированного высоковозрастного насаждения. Возможно, выявленный здесь высокий уровень генетического разнообразия обусловлен особенностями системы опыления и достаточной продолжительностью жизни особей, обуславливающей перекрывание поколений и увеличение эффективной численности популяций.

Список использованных источников:

1. Myking T. Evaluating genetic resources of forest trees by means of life history traits. – A Norwegian example. Biodiversity & Conservation. – 2002. – Vol. 11. – P. 1681-1696.

2. Fineschi S., Salvini D., Taurchini D., Carnevale S., Vendramin G.G. Chloroplast DNA variation of *Tilia cordata* (Tiliaceae). Canadian Journal of Forest Research. – 2003. – Vol. 33. – P. 2503-2508.

3. Алтухов Ю.П. Динамика популяционных генофондов при антропогенных воздействиях. – М.: Наука, 2004. – 619 с.

4. Wahlund S. Zusammensetzung von Populationen und Korrelationserscheinungen vom Standpunkt der Vererbungslehre aus Betrachtet. Hereditas. – 1928. – Vol. 11. – P. 65-106.

5. Хедрик Ф. Генетика популяций. – М.: Техносфера, 2003. – 592 с.

6. Малышева В.Ф., Малышева Е.Ф. Высшие базидиомицеты лесных и луговых экосистем Жигулей. – М., СПб: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 242 с.

7. Евстигнеев О.И., Мурашев И.А., Коротков В.Н. Анемохория и дальность рассеивания семян деревьев восточноевропейских лесов. Лесоведение. – 2017. – №1. – С. 45-52.

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХВОИ ПСЕВДОТСУГИ МЕНЗИСА В ОПЫТНЫХ КУЛЬТУРАХ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ УКРАИНЫ

Плотникова Е.Н., Торосова Л.А.
Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого, Украина
helen-kasai@ukr.net, torosovaliliya@ukr.net

Псевдотсуга Мензиса, или дугласия, (*Pseudotsuga Menziesii* (Mirb.) Franko) – быстрорастущий, высокопродуктивный вид семейства сосновых. В естественном ареале произрастания – в горных районах тихоокеанской части Северной Америки, где псевдотсуга занимает обширные территории, деревья могут достигать высоты 110-117 м и диаметра до 5 м.

Вид нашел широкое применение в лесном хозяйстве Западной Европы, стран Балтии, России, Беларуси и многих других стран. В Швейцарии в 40-летнем возрасте запас стволовой древесины культур дугласии достигает 914 $м^3$/га, а средний прирост – 23 $м^3$/га.

В Украине псевдотсуга культивируется со средины прошлого столетия. Большая часть насаждений с участием этого интродуцента сосредоточена в западной части страны, где характеризуется высокими показателями роста и продуктивности. Так, к возрасту 60-80 лет лесные культуры псевдотсуги Мензиса могут достигать запаса 800-1300 $м^3$/га.

На территории Левобережной Лесостепи Украины псевдотсуга Мензиса в составе лесных культур не встречается. В большинстве случаев вид представлен в опытных культурах, дендрариях и ботанических садах. Поэтому, особого внимания заслуживает участок опытных культур псевдотсуги Мензиса в Харьковской области (ГП «Харьковская лесная опытная станция» УкрНИИЛХА), который является одним из немногих объектов на северо-востоке Украины. Культуры дугласии были созданы в 1980 году под руководством П.И. Молоткова посадкой двухлетних сеянцев, выращенных из семян, полученных из США. Условия участка – свежая дубрава; схема посадки – 3,7 × 0,7 м. Здесь в течение сорока лет ведутся исследования роста, состояния, репродуктивных и морфолого-анатомических особенностей псевдотсуги. По результатам исследований отобраны лучшие деревья, ведутся работы по испытанию их потомств.

Объективным индикатором состояния растения и показателем процесса повреждения и возобновления в растительном организме являются ассимилирующие органы. Они реагируют на условия воздушного и почвенного питания растений, температурный и водный режим. Важными идентификационными признаками вида, а особенно произрастающего за пределами естественного ареала, являются морфологические и анатомические характеристики хвои, которые могут свидетельствовать о реакции интродуцента на условия произрастания и уровень приспособленности к ним.

Обследование опытных культур псевдотсуги Мензиса проводили в 2018 году согласно лесоводственным и селекционным методикам. Для каждого дерева определяли диаметр, класс роста по Г. Крафту, состояние, селекционную категорию, наличие повреждений и пороков. Среднюю высоту определяли путем измерения высот 20-ти деревьев, отобранных согласно распределению по ступеням толщины и построением графика высот. Для изучения морфолого-анатомических характеристик хвои осенью с 20 деревьев псевдотсуги Мензиса с южной стороны кроны со средней ее части были заготовлены ветки. Анатомические исследования хвои проводили на срезах, сделанных с помощью лезвия, перпендикулярно к оси жилки, согласно общепринятой методике. Предварительно хвоя была зафиксирована в растворе глицерина и этилового спирта в соотношении 1:1 с целью увеличения срока ее хранения. Срезы хвои рассматривали на

предметном стекле под микроскопом Axiostar Plus. При увеличении в 200 раз, делали микрофотографии, которые обрабатывали в программе Axiovision 4.6.

Для каждого дерева определяли длину 50 хвоинок. На поперечных срезах хвоинок определяли ширину, толщину, диаметр проводящего пучка хвоинки и толщину кутикулярного слоя. Для измерений использовали по 30 срезов.

По результатам обследования опытных культур псевдотсуги Мензиса в возрасте 40 лет их средняя высота составляла 18,7 м, а средний диаметр – 26,1 см (рисунок 1). Запас стволовой древесины – 405 $м^3$/га. Деревья характеризовались хорошим состоянием и качеством стволов. Приблизительно половина деревьев отнесена к I и II селекционным категориям. Остальные имеют некоторые пороки – кривизну ствола, вилки, пасынки. Отобраны 17 деревьев – кандидатов в плюсовые, которые отличаются одновременно высокими таксационными показателями, прямыми стволами, отсутствием пороков и повреждений, а также наличием репродукции. Среди отобранных деревьев наибольшее характеризовалось высотой 22,5 м и диаметром ствола – 43,3 см.

Рисунок 1 - Одно из лучших деревьев в опытных культурах псевдотсуги Мензиса в ГП «Харьковская лесная опытная станция» УкрНИИЛХА (возраст 40 лет)

Длина хвои - признак более изменчивый по сравнению с анатомическими характеристиками поперечного среза, низкая вариативность которых обусловлена зависимостью от эндогенных факторов (проявление генотипа).

По литературным данным, длина хвои деревьев дугласии на территории естественного ареала (Канада) составляет 18,0–26,0 мм. В Латвии и Эстонии этот показатель в разных интродукционных пунктах составлял от 24,6 до 33,3 мм. В Центральном ботаническом саду в Минске средняя длина хвои имела значение – 27,0 мм, ширина – 1,5 мм, в Башкирском Предуралье – 25,5 мм и 1,7 мм соответственно.

Согласно результатам наших исследований длина хвои псевдотсуги Мензиса в опытных культурах составляла 19,2-33,1 мм. Коэффициент вариации этого показателя находился в пределах 5,15-15,72%.

Анатомические исследования поперечных срезов отдельных деревьев дугласии показали, что ширина хвоинок колебалась в диапазоне 1,39-1,72 мм. Коэффициент

вариации показателя – 3,6-9,0%. Наименьшая толщина хвои составляла 0,63 мм, наибольшая – 0,88 мм; коэффициент вариации – 4,4–8,0%. Диаметр проводящего пучка хвоинок находился в пределах 27,8-42,1 мкм, коэффициент вариации – 4,8–9,2%.

Таким образом, коэффициенты вариации всех показателей поперечного сечения хвои и ее длины характеризуются очень низким и низким уровнями изменчивости по С.А. Мамаеву.

Кутикулярный слой служит барьером между окружающей средой и внутренними тканями хвои и является защитным элементом, предотвращающим испарение влаги, ограничивая и частично регулируя газообмен с окружающей средой.

Нашими исследованиями определено, что толщина кутикулы хвои псевдотсуги Мензиса находилась в пределах 3,3-4,0 мкм. Коэффициент вариации показателя – 11,1–15,6% (низкий уровень изменчивости по С.А. Мамаеву). На территории РФ толщина кутикулярного слоя хвои псевдотсуги, интродуцированной в Воронежскую область, составляла 2,9-3,8 мкм и близка к полученным нами значениям.

Полученные нами данные морфометрических и анатомических параметров хвои псевдотсуги не противоречат литературным. Показатели длины хвои близки к таковым на территории природного ареала, что указывает на высокий уровень адаптации вида в условиях северо-востока Украины.

Таким образом, всестороннее изучение псевдотсуги Мензиса в опытных культах на территории ГП «Харьковская ЛОС» УкрНИИЛХА показало, что деревья отличаются высокой интенсивностью роста, хорошим состоянием и достаточно хорошо адаптировались к условиям континентального климата, что указывает на перспективность использования вида в данном регионе, как для создания лесных насаждений разного целевого назначения, так и в озеленении.

Дальнейшая работа предусматривает расширение лесосеменной базы интродуцента в регионе исследования за счет создания семейственной и клоновой плантаций с целью получения семян с улучшенными генетическими свойствами.

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЛЕСНОЙ СЕЛЕКЦИИ, СЕМЕНОВОДСТВА, СОРТОВЫВЕДЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В КАЗАХСТАНЕ

Рахимжанов А.Н.
Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Казахстан alimgan.rakhimganov@mail.ru

Улучшение качественного состава, устойчивости лесов, усиление их средообразующих функций уже многие годы остаются приоритетными направлениями интенсивного лесного хозяйства. Поиск оптимальных методов и механизмов, способствующих повышению устойчивости и продуктивности природных и искусственных насаждений, является основой стратегии лесной генетики и селекции.

Казахским научно-исследовательским институтом лесного хозяйства и агролесомелиорации (КазНИИЛХА) проводятся исследования в области лесной селекции, семеноводства и сортовыведения с момента образования института (более 60 лет). За эти годы проведен отбор плюсовых насаждений и плюсовых деревьев, выделены лесные генетические резерваты основных лесообразующих видов. Изучена формовая структура, внутривидовая изменчивость и особенности семеношения сосны, пихты, лиственницы, ели Шренка, березы, тополя. Выделены хозяйственно ценные формы сосны в Казахском мелкосопочнике.

В Северном Казахстане заложены опытные объекты по основной в регионе лесообразующей породе – сосне обыкновенной, проведен отбор перспективных клонов, семей, популяций, получены сорта сосны обыкновенной.

Необходимость в сортах была вызвана потребностью лесного хозяйства в генетически улучшенном посадочном материале, использование которого способствовало бы повышению продуктивности и качественного состава создаваемых насаждений, сокращению периода воспроизводства лесных ресурсов. К этому времени в республике были накоплены определенные научные результаты по сосне обыкновенной.

Селекционная программа по сортовыведению является актуальной, включает несколько направлений и решается путем: отбора сортов на продуктивность, устойчивость и урожайность (сорта-клоны, сорта-популяции); сортовыведения на основе близкородственного и отдаленного скрещивания (сорта-гибриды); сортовыведения на получение гомозиготного потомства с гетерозисным эффектом (сорта-линии). Сорт лесных пород имеет специфические особенности, связанные как с длительностью онтогенеза, так и с целевым назначением, размножением. Сорта должны иметь строго целевое использование, т.е. быть предназначены для воспроизводства лесов, плантационного лесовыращивания специальных насаждений, защитного лесоразведения, озеленения и др. Сорт древесных растений создается для определенных лесорастительных условий одного или нескольких лесосеменных районов, которые согласно лесосеменному районированию являются потребителями семян данной породы.

К настоящему времени КазНИИЛХА получено 10 сортов сосны обыкновенной, из которых 2 сорта для озеленения – «Буландинская» и «Сымбатты қарағай», обладающие декоративными свойствами; 5 сортов-клонов – «Боровская-22», «Боровская-30», «Боровская-44», «Урумкайская-38», «Урумкайская-53», характеризующиеся высокой продуктивностью и устойчивостью, рекомендованы к использованию при воспроизводстве лесов; 2 сорта-популяции – «Аракарагайская» и «Чебаркульская», характеризующиеся высокой продуктивностью и устойчивостью, рекомендованы для введения в искусственные насаждения с 15% долей участия; 1 сорт-гибрид «Төзімді қарағай», предлагаемый для создания гибридно-семенных плантаций. В частности, этот сорт превосходит по своим хозяйственно важным признакам и свойствам потомство от свободного опыления исходных родительских форм: по высоте, малому числу веток в верхней мутовке, прямизне ствола, узкой кроне, малому углу отхождения боковых ветвей

от ствола, устойчивости к вредителям, болезням и неблагоприятным факторам среды. На все сорта имеются охранные документы.

По материалам научных исследований были разработаны рекомендации по:

- отбору плюсовых деревьев и насаждений основных лесообразующих видов в Казахстане;

- селекционной и генетической оценке сосновых насаждений;

- созданию, формированию, эксплуатации постоянной лесосеменной базы основных лесообразующих пород на селекционной основе;

- лесосеменному районированию основных лесообразующих пород;

- созданию лесосеменных и гибридно-семенных плантаций сосны с целью получения сортовых семян; селекционной и генетической оценке сосновых насаждений и др.

В настоящее время исследования по лесной селекции проводятся по созданию новых гибридных форм сосны обыкновенной и дальнейшего отбора перспективных гибридов. Для решения поставленной цели проводится изучение и определение биометрических показателей гибридного потомства в испытательных культурах разных годов посадки; дается сравнительная оценка гибридного потомства с материнскими и контрольными растениями; проводится отбор кандидатов в сорта-гибриды сосны обыкновенной для создания лесосеменных и гибридно-семенных плантаций. Выращивается посадочный материал от прямых и возвратных контролируемых скрещиваний, проведенных в 2015-2016 годах в испытательных культурах второго порядка 2004 года посадки, для создания в 2020 году нового научного объекта селекционно-генетического назначения.

В области сохранения биоразнообразия лесных древесно-кустарниковых видов можно отметить научные разработки КазНИИЛХА по интродукции и биотехнологии.

В ведении института имеются дендропарк и арборетум, расположенные в г. Щучинске. Дендропарк заложен в 1961 году под руководством профессора В.М. Савича и расположен на трех естественно образованных террасах на берегу оз. Щучье. Всего было испытано и изучено более 2 тыс. видов, форм и сортов из Северной Америки, Европы, Дальнего Востока, Японии, Китая и др. регионов. К настоящему времени сохранилось около 800 видов, в том числе редких, нуждающихся в охране видов, которые занесены в Красную книгу растений Казахстана – дуб обыкновенный (*Quercus robur* L.), сибирка алтайская (*Sibiraea altaiensis* (Laxm.) C.K. Schneid), миндаль Ледебуровский (*Amygdalus ledebouriana* Schlecht.), лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.), бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosus* Scop.*)* и др. Разработаны рекомендации по способам сохранения и размножения в условиях дендропарка КазНИИЛХА редких, находящихся под угрозой исчезновения древесных и кустарниковых видов растений, указанных выше.

Также одним из путей сохранения биологического разнообразия редких видов является применение метода размножения *in vitro,* который считается для многих видов растений наиболее надежным с точки зрения генетической стабильности размножаемых форм. КазНИИЛХА разработана технология клонального микроразмножения методом *in vitro* сибирки алтайской. Клонированные растения достаточно успешно проходят адаптацию к условиям открытого грунта, имеется опыт их адаптации в другие регионы Казахстана. В настоящее время проводятся работы по клональному микроразмножению также краснокнижных видов – миндаль Ледебуровский и береслет бородавчатый. Следует отметить, что сибирка алтайская и миндаль Ледебуровский являются достаточно узкоэндемичными видами, ареал которых охватывает горные экосистемы Алтая Казахстана и Российской Федерации.

Научные разработки в области лесной селекции, семеноводства, сортовыведения и сохранения биологического разнообразия направлены на решение важной государственной задачи по сохранению и воспроизводству лесов, в связи с чем должны иметь широкое внедрение в лесохозяйственном производстве.

АССОРТИМЕНТ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ ПОРОД НА УСЛОВНО ЛЕСОПРИГОДНЫХ ПОЧВАХ ЗЕЛЕНОЙ ЗОНЫ ГОРОДА НУР-СУЛТАН

Рахимжанов А.Н., Обезинская Э.В.
Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Казахстан alimgan.rakhimganov@mail.ru

В статье приведены результаты по созданию опытных лесных культур второго этапа на условно лесопригодных почвах на территории Республиканского государственного предприятия на праве хозяйственного ведения «Жасыл Аймак» Комитета лесного хозяйства и животного мира Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан (РГП «Жасыл Аймак»).

Зеленые насаждения вокруг столицы создаются с целью защиты города от ветров, формирования благоприятного климата для проживания населения в столице, а также они предназначены для массового отдыха населения [1].

Большое влияние на лесные насаждения, их состав и продуктивность оказывает климат, определяющий не только количественную, но и качественную их продуктивность. Климат района резко континентальный и характеризуется продолжительной и холодной зимой. В летний период испаряемость намного превышает количество выпадающих осадков, суховеи иссушают почву, обезвоживают растения.

Условно лесопригодные почвы ограничивают возможность выращивания большого ассортимента древесных насаждений очень небольшим набором солеустойчивых пород на фоне высокого уровня агротехники. На этих почвах лесные культуры созданы из солеустойчивых пород [2].

Опытные культуры были заложены в Кызылжарском лесничестве в межкулисных пространствах. Кулисы из лоха узколистного, акации желтой, ивы древовидной - это культуры первого приема созданы в 2005 году по принципу полезащитных лесных полос. Средняя высота кулис в период посадки из лоха узколистного составляла 1,3 м, акации желтой – 1,1 м, ивы узколистной – 2,2 м.

В этих межкулисных пространствах в 2009 году на площади 5,0 га были созданы опытные культуры из следующих пород: тополь казахстанский, тамарикс изящный, вяз приземистый. Обработка почвы проводилась по системе двухлетнего черного пара. Посадка рядовая, размещение 3,5 × 1,0 м. Тополь казахстанский и тамарикс изящный высаживался укорененными черенками, вяз приземистый – двухлетними сеянцами из местного питомника.

Исследования проводились на пробных площадях в следующих направлениях: почвенное обследование, изучение состояния и сохранности опытных лесных культур.

По содержанию гумуса почвы характеризуются низкой лесопригодностью. Мощность гумусового горизонта не превышает 45-50 см, содержание гумуса по всему профилю очень низкое (0,13%). Агрономическая оценка почв по запасу солей характеризуется следующими показателями: на глубине 40-140 см наблюдается скопление карбонатов. Реакция почвы в верхнем горизонте слабощелочная, вниз по горизонтам увеличивается от 7,6 до 9,9. С углублением горизонтов содержание обменного кальция снижается до 50% (в слое 80-100 см), а магния и натрия увеличивается, что свидетельствует об ухудшении лесорастительных условий. Сильное засоление почвы начинается с глубины 40 см – содержание солей составляет 0,985-1,397% с преобладанием сульфатов. Токсические количества ионов сульфатов для древесных культур наблюдаются с глубины 40 см – 0,612-0,933%. Содержание хлора в верхних горизонтах составляет 0,021-0,031%, что соответствует угнетающим количествам для древесных культур, а глубже 60 см повышается до 0,043-0,233% и является токсическим для древесных пород.

Агротехнический уход за культурами заключался в следующем: механизированный уход в междурядьях, ручная прополка в рядах, в первые два года в культурах проводился полив и отпад в культурах произошел после прекращения полива.

Биометрические показатели и сохранность опытных культур десятилетнего возраста приведены в таблице 1. Сохранность тамарикса изящного, тополя казахстанского, вяза приземистого по состоянию на 2019 года соответственно: 67,0; 64,0; 74,5%. Средневзвешенный балл состояния культур солеустойчивого тамарикса равен 1,6, тополя и вяза – 1,8 балла. По состоянию культуры относятся к категории «здоровые».

Таблица 1 - Показатели состояния лесных культур десятилетнего возраста на условно лесопригодных почвах в Кызылжарском лесничестве

Порода	Год исследований	Сохранность, %	Показатели роста, см			Состояние, балл
			высота	протяженность кроны		
				вдоль ряда	поперек ряда	
Тамарикс изящный	2009	72,0	65,8±2,6	-	-	1,0
	2015	70,0	245,2 ±2,3	185,8±2,9	215,0±3,8	1,2
	2016	70,0	295,2 ±2,5	195,8±2,8	245,0±3,9	1,2
	2019	67,0	355,2 ±2,4	205,8±2,7	255,0±3,5	1,6
Тополь казахстанский	2009	85,1	74,9±2,9	-	-	1,0
	2015	72,0	270,4±8,2	180,0±7,2	210,0±2,1	1,4
	2016	70,0	320,4±8,2	192,0±7,8	230,0±2,8	1,4
	2019	64,0	580,5±9,2	202,0±8,6	240,0±2,9	1,8
Вяз приземистый	2012	97,8	135,1±2,6	37,2±2,4	40,4±2,5	1,0
	2015	85,4	220,0±2,5	160,0±2,6	220,0±3,8	1,4
	2016	83,4	240,0±2,8	170,0±2,7	232,0±4,2	1,4
	2019	74,5	440,0±3,2	180,0±3,1	252,0±5,2	1,8

Список использованных источников:

1. Кабанова С.А., Рахимжанов А.Н., Данченко М.А. Создание зеленой зоны г. Астаны: история, современное состояние и перспективы. Лесотехнический журнал. - 2016. - Т. 6. №2 (22). – С. 16-22.

2. Обезинская Э.В., Либрик А.А., Крижановская Е.И. Опыт по созданию культур второго приема вокруг г. Астаны на условно-лесопригодных почвах. Материалы третьей Всероссийской научно-практической конференции «Повышение эффективности лесного комплекса». Петрозаводск: ПетрГУ, 2017. – С. 176-178.

ВЛИЯНИЕ СЕЛЕКЦИОННОЙ КАТЕГОРИИ СЕМЯН НА РОСТ ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Ребко С.В.
Белорусский государственный технологический университет, Беларусь rebko@belstu.by

Важнейшей проблемой лесного хозяйства нашей республики является повышение продуктивности и устойчивости лесов. На данном этапе развития отрасли наиболее доступно для широкого внедрения в производство использование семян с ценными наследственными свойствами. Поэтому для обеспечения ими лесовосстановительных работ и накопления необходимого резерва лесохозяйственными органами и научными учреждениями осуществляется долгосрочная программа создания постоянной лесосеменной базы на селекционной основе, предусматривающая как разработку научных направлений лесного семеноводства, так и внедрение результатов исследований в практику. Важным также является определение эффективности плюсовой селекции, выражающейся в селекционном выигрыше в виде превышения деревьев по высоте или дополнительной древесины с единицы площади от использования семян различных селекционных категорий.

В соответствии с положениями «Инструкции о порядке осуществления семеноводства лесных растений», семена лесных растений подразделяются на следующие селекционные категории [1]:

– нормальные семена лесных растений – семена лесных растений, заготовленные на ПЛСУ, с нормальных деревьев главной породы в лесных насаждениях нормальной селекционной категории (хозяйственные семенные насаждения, лесные генетические резерваты);

– улучшенные семена лесных растений – семена лесных растений, полученные на лесосеменных объектах, созданных или выделенных на основе фенотипического отбора, но не испытанных по потомству (плюсовые лесные насаждения, плюсовые деревья, ЛСП-I);

– генетически улучшенные семена лесных растений – семена лесных растений, полученные на лесосеменных объектах, созданных или выделенных на основе предварительной генетической оценки по потомству (плюсовые лесные насаждения, выделенные кандидатами в сорта-популяции, ЛСП-I, в которых в ходе изреживания оставлены клоны лесных растений – кандидаты в элиту; ЛСП, созданные с использованием вегетативных потомств деревьев – кандидатов в элиту);

– сортовые семена лесных растений – семена лесных растений, полученные на объектах ПЛСБ, прошедшие окончательную генетическую оценку, выделенные в качестве сортов и включенные в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород (ЛСП-II, созданные с использованием вегетативных потомств элитных деревьев; лесных насаждений сортов-популяций).

Показатели роста лесных культур сосны обыкновенной, созданных посадочным материалом, выращенным из семян различных селекционных категорий, представлены в таблице 1. Анализ полученных данных показывает, что на участках лесных культур в возрасте от 5 до 16 лет при одинаковых почвенно-грунтовых и климатических условиях потомство, полученное из семян различных селекционных категорий, имеет свои особенности роста. Сравнение показателей роста нами производилось с таким расчетом, чтобы показать селекционный выигрыш, или селекционное улучшение, от использования отселектированного посевного и посадочного материала сосны обыкновенной. Так, при сравнении показателей роста лесных культур на участках, где представлено потомство от нормальных и улучшенных семян, установлено, что превышение по показателю высоты растений у потомства от улучшенных семян составляет от 3,8% (ГЛХУ «Милошевичский лесхоз», Слободское лесничество, возраст 6 лет) до 8,2% (ГЛХУ «Милошевичский лесхоз», Тонежское лесничество, возраст 7 лет), составляя в среднем по всем участкам 6,0%.

Таблица 1 – Показатели роста лесных культур сосны обыкновенной, созданных посадочным материалом из семян различных селекционных категорий

Селекционная категория семян	Высота, см			Диаметр, см		
	M±m	t-критерий	превышение, %	M±m	t-критерий	превышение, %
Негорельский учебно-опытный, Литвянское лесничество (возраст 16 лет)						
Нормальные семена	654,7±19,6	2,4	10,8	7,5±0,4	1,4	12,0
Сортовые семена	725,5±22,8			8,4±0,5		
Негорельский учебно-опытный, Негорельское лесничество (возраст 14 лет)						
Нормальные семена	547,8±11,7	3,1	10,0	6,3±0,4	0,8	6,3
Сортовые семена	602,5±13,5			6,7±0,3		
Лесные культуры сосны обыкновенной, ГЛХУ «Старобинский лесхоз», Краснослободское лесничество (возраст 9 лет)						
Нормальные семена	291,0±12,2	2,2	9,8	2,8±0,1	4,2	21,4
Генетически улучшенные семена	319,5±3,7			3,4±0,1		
Лесные культуры сосны обыкновенной, ГЛХУ «Ивьевский лесхоз», Ивьевское лесничество (возраст 7 лет)						
Нормальные семена	217,5±4,7	2,4	8,3	1,92±0,1	1,98	14,6
Генетически улучшенные семена	235,6±5,8			2,20±0,1		
Лесные культуры сосны обыкновенной, ГЛХУ «Милошевичский лесхоз», Тонежское лесничество (7 лет)						
Нормальные семена	248,1±4,3	3,3	8,2	1,77±0,05	2,12	8,5
Улучшенные семена	229,3±3,7			1,92±0,05		
Лесные культуры сосны обыкновенной, ГЛХУ «Милошевичский лесхоз», Тонежское лесничество (6 лет)						
Нормальные семена	209,0±2,0	3,2	4,3	1,52±0,05	2,0	9,2
Улучшенные семена	218,0±2,0			1,66±0,05		
Лесные культуры сосны обыкновенной, ГЛХУ «Милошевичский лесхоз», Слободское лесничество (6 лет)						
Нормальные семена	209,0±3,5	1,5	3,8	1,52±0,05	0,7	3,3
Улучшенные семена	217,0±4,2			1,57±0,05		
Нормальные семена	195,0±3,7	3,5	7,7	1,39±0,05	2,7	13,7
Улучшенные семена	210,0±5,1			1,58±0,05		
Лесные культуры сосны обыкновенной, ГОЛХУ «Кобринский опытный лесхоз», Засимовское (возраст 5 лет)						
Нормальные семена	126,5±4,3	2,0	7,7	31,0±1,2	1,6	10,7
Генетически улучшенные семена	136,2±2,2			34,3±1,7		
Примечание – в 5-летнем возрасте диаметр деревьев сосны обыкновенной измерялся у корневой шейки с помощью штангенциркуля (точность измерений ±1 мм)						

Следующей категорией семян по селекционной ценности идут генетически улучшенные семена. Сравнение показателей роста лесных культур, где представлено потомство от нормальных и генетически улучшенных семян, показало, что по высоте растений потомство от генетически улучшенных семян превышает контроль от 7,7% (ГОЛХУ «Кобринский опытный лесхоз», Засимовское лесничество, возраст 5 лет) до 9,8% (ГЛХУ «Старобинский лесхоз», Краснослободское лесничество, возраст 9 лет), составляя в среднем по всем участкам 8,6%.

Самой ценной селекционной категорией семян являются сортовые. Потомство на участках лесных культур, выращенное из сортовых семян, достоверно превышает

контроль по росту в высоту на 10,0–10,8%, в среднем составляя по 2 участкам 10,4%.

Таким образом, при использовании более ценной в селекционном отношении категории семян усиливается селекционный эффект, или выигрыш, или превышение при росте деревьев в лесных культурах. Селекционное превышение от использования различных категорий семян сосны обыкновенной составляет: улучшенные семена – на 3,8–8,2% по высоте (в среднем по всем исследуемым участкам лесных культур – на 6,0%); генетически улучшенные семена – на 7,7–9,8% по высоте (в среднем по всем исследуемым участкам лесных культур – на 8,6%); сортовые семена – на 10,0–10,8% по высоте (в среднем по всем исследуемым участкам лесных культур – на 10,4%). Экономическая эффективность плюсовой селекции рассчитывалась на основании сравнения превышения по росту в высоту лесных культур сосны обыкновенной, созданных посадочным материалом, выращенным из семян различных селекционных категорий (таблица 2).

Таблица 2 – Расчет экономической эффективности плюсовой селекции при использовании для создания искусственных насаждений сосны обыкновенной посадочного материала, выращенного из семян различных категорий

Наименование показателя	Нормальные семена	Улучшенные семена	Генетически улучшенные семена	Сортовые семена
Повышение продуктивности, %	–	6,0	8,6	10,4
Запас стволовой древесины на 1 га, $м^3$	300,0	318,0	325,8	331,2
Таксовая стоимость 1 $м^3$, руб.	20,27	20,27	20,27	20,27
Стоимость запаса древесины, руб.	6081,00	6445,86	6603,97	6713,42
Экономическая эффективность, руб.	–	364,86	522,97	632,42

Экономическая эффективность рассчитана без учета депонирования углерода и без учета дисконтирования. Таксовая стоимость древесины сосны обыкновенной на корню рассчитывалась с использованием таксовой стоимости на древесину основных лесных пород, отпускаемую на корню в 2019 г., утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 976 от 29.12.2018 г. (для расчета взята таксовая стоимость 1 плотного кубометра древесины сосны обыкновенной по 2 лесотаксовому разряду для крупной деловой древесины (без коры) в размере 20 руб. 27 копеек). Запас стволовой древесины принимался из справочника таксатора для нормальных насаждений в 80-летнем возрасте для сосняков мшистых искусственного происхождения, произрастающих по II классу бонитета (с поправкой на полноту 0,7). Расчеты показали, что экономическая эффективность от использования семян различных селекционных категорий достигает 365–632 руб./га.

Список использованных источников:

1. Инструкция о порядке осуществления семеноводства лесных растений. – Утверждена и введена в действие постановлением Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь №73 от 19.12.2016. – Минск: МинЛХ, 2016. – 12 с.

РОСТ, СОХРАННОСТЬ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЭКОТИПОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУРАХ БЕЛАРУСИ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Ребко С.В., Поплавская Л.Ф., Тупик П.В.
Белорусский государственный технологический университет, Беларусь rebko@belstu.by

Исследования по установлению влияния происхождения семян на рост лесных насаждений имеют довольно длительную, более чем 250-летнюю историю. Для повышения продуктивности, качества и устойчивости древостоев использование методов лесной селекции на основе изучения разнообразия форм древесных растений, отбора и их оценки является актуальным. Из всех древесных пород, произрастающих на нашей планете, наибольшей географической неоднородностью обладает сосна обыкновенная. Ареал данной породы простирается на большие территории Северного полушария с умеренным климатом: только на территории стран СНГ и Балтии сосна обыкновенная произрастает от 70 до 40° с.ш. и от 20 до 138° в.д. Пространственная изменчивость сосны обыкновенной служит своеобразной основой для лесосеменного районирования. Районирование мест заготовок семян – неотъемлемое условие высокой приживаемости и хорошего роста лесных культур, обеспечивающее выращивание устойчивых насаждений, нередко превышающих по производительности насаждения из семян местного происхождения [1]. Географические лесные культуры – это опытные лесные культуры, создаваемые в однородных лесорастительных условиях посадочным материалом из семян лесных растений различного географического происхождения в целях их испытания в новых лесорастительных условиях [2]. Основной целью создания географических культур является исследование общих закономерностей их изменчивости, уточнения лесосеменного районирования и выявления перспектив использования инорайонных семян.

Целью исследований является изучение роста и сохранности различных климатипов сосны обыкновенной при произрастании в географических лесных культурах Негорельского учебно-опытного лесхоза. Исследования выполнялись в географических лесных культурах Негорельского учебно-опытного лесхоза. Объектом исследований послужили географические культуры сосны обыкновенной, созданные в 1959 г. под руководством доцента кафедры лесных культур Е.Д. Манцевича. Культуры создавались 1-летними сеянцами, выращенными из семян различных регионов бывшего Советского Союза (всего 65 административных областей), собранных в насаждениях группы типов леса боры-зеленомошники. Схема посадки 1,4×0,7 м, исходная густота – 10 204 шт./га.

Каждый климатип был создан на участке размером 22×40 м. Посадка производилась вручную на свежей лесосеке по сплошь обработанной почве. Тип лесорастительных условий – суборь свежая. Тип условий местопроизрастания – B_2. Почва дерново-подзолистая, сильно оподзоленная, свежая, развивающаяся на супеси связной, сменяемой песком рыхлым. Общая площадь участка географических культур изначально составляла 8,7 га, но в 1972 г. культуры были повреждены пожаром, который уничтожил часть вариантов. В настоящее время площадь участка составляет 6 га, количество географических вариантов – 43. При исследовании определяли рост и сохранность климатипов сосны обыкновенной. Таксация насаждений производилась по общепринятой методике с индивидуальным перечетом всех деревьев по 4-сантиметровой ступени толщины. Среднюю высоту определяли по графику высот. При этом в пределах климатипа для каждой ступени толщины у трех деревьев производили измерение высот. Сохранность географических культур определяли как отношение числа сохранившихся деревьев к расчетно-теоретическому числу исходя из схемы посадки и площади участка климатипов. В результате исследований, проведенных в географических культурах, были изучены показатели роста и сохранность 43 климатипов сосны обыкновенной (таблица 1). С целью установления тенденции изменения таксационных показателей и сохранности были составлены ряды климатических экотипов в широтном и долготном направлениях.

Таблица 1 – Показатели роста и сохранность различных климатических экотипов сосны обыкновенной в зависимости от географических мест заготовки семян (возраст – 48 лет)

Происхождение климатипа	Координаты		Средние		Сохранность, %
	с.ш.	в.д.	Н, м	Д, см	
Карелия	62	34	17,9	18,8	7,3
Ленинград	61	34	18,6	15,9	12,1
Псков	59	28	20,6	20,4	9,2
Эстония	58	27	20,0	19,6	4,2
Тверь	57	33	19,2	16,8	6,3
Литва	56	24	20,2	19,8	5,9
Тула	55	37	18,9	19,6	2,4
Минск	54	27	20,4	20,6	5,9
Брянск	53	34	21,7	20,0	12,6
Сумск	52	34	21,5	20,7	9,4
Волынь	51	24	20,4	19,9	6,2
Хмельницк	50	27	20,5	19,6	9,4
Полтава	49	33	20,5	20,9	8,7
Коэффициент корреляции (r)			–0,69	–0,59	–
Ошибка коэффициента корреляции (m_r)			0,21	0,19	–
Латвия	57	22	20,3	18,9	11,8
Литва	56	24	20,2	19,8	5,9
Псков	59	28	20,6	20,4	9,2
Тверь	57	33	19,2	16,8	6,3
Тула	55	37	18,9	19,6	2,4
Белгород	51	38	19,6	22,6	6,9
Рязань	55	41	18,2	18,3	7,5
Тамбов	53	42	19,3	18,8	4,3
Архангельск	62	43	18,3	16,9	7,8
Марий Эл	57	49	19,7	18,7	4,0
Пермь	57	56	18,4	17,5	7,5
Башкирия	54	58	19,6	24,1	4,3
Курганск	57	64	18,2	20,1	6,6
Монголия	57	111	17,3	20,8	9,7
Коэффициент корреляции (r)			–0,75	0,24	–
Ошибка коэффициента корреляции (m_r)			0,20	0,28	–

Анализ результатов таблицы 1 позволяет установить, что по количеству сохранившихся здоровых и жизнеспособных деревьев, а это один из важнейших показателей, определяющий успешность выращивания и продуктивность географических культур, отдельные климатипы существенно различаются между собой. В возрасте 48 лет сохранность географических культур в разрезе климатических экотипов оказалась невысокой и колеблется от 2,4 до 12,6%. При этом наибольшую сохранность имеют брянский, ленинградский и латвийский климатипы – соответственно 12,6, 12,1 и 11,8%. Несколько ниже сохранность у хмельницкого и сумского (9,4%), псковского и полтавского климатипов (9,2 и 8,7%). Несмотря на долготное удаление от мест произрастания, относительно неплохую сохранность имеет монгольский климатип (9,7%). Наименьшая сохранность оказалась у тульского (2,4%), эстонского (4,2%) климатипов. Средние высоты и диаметры насаждений климатипов имеют корреляцию с широтой и долготой мест заготовки семян, использованных при создании географических культур. При продвижении с севера на юг средние диаметры и высоты климатипов статистически достоверно увеличиваются (коэффициент корреляции для высоты r_h=–0,69; для диаметра r_d=–0,59). В долготном направлении (с запада на восток) коэффициент корреляции по высоте равен r_h=–0,75. Для диаметра насаждений r_d=0,24 и показывает слабую и недостоверную связь. В таблице 2 приведены показатели роста и уровень изменчивости высоты и диаметра насаждений различных климатических экотипов сосны обыкновенной. Установлено, что по среднему диаметру достоверное различие с контролем (20,6 см, Минск) наблюдается у белгородского, волгоградского, башкирского и свердловского климатипов.

Таблица 2 – Изменчивость и показатели роста древостоев сосны обыкновенной в географических лесных культурах (возраст – 48 лет)

№ климатипа	Происхождение климатипа	Средняя высота насаждения, м	Изменчивость			t-критерий Стьюдента	Точность опыта, %
			C.V., %	по С.А. Мамаеву	по Г.Ф. Лакину		
1	Курск	21,5±0,25	6,2	очень низкая	слабая	3,1	1,1
2	Брянск	21,7±0,27	7,2	очень низкая	слабая	2,4	1,3
3	Сумск	21,5±0,29	7,4	очень низкая	слабая	2,8	1,3
4	Витебск	20,3±0,23	5,8	очень низкая	слабая	0,6	1,2
5	Белгород	19,6±0,27	6,4	очень низкая	слабая	2,1	1,4
6	Татарстан	19,6±0,28	7,3	очень низкая	слабая	1,4	2,1
7	Воронеж	18,8±0,17	6,5	очень низкая	слабая	4,5	0,9
8	Эстония	20,0±0,29	7,6	очень низкая	слабая	1,0	1,5
9	Волгоград	20,8±0,26	7,0	очень низкая	слабая	1,1	1,2
10	Латвия	20,3±0,21	5,7	очень низкая	слабая	0,3	1,0
11	Башкирия	19,6±0,25	7,1	очень низкая	слабая	2,2	1,3
12	Литва	20,2±0,32	7,9	очень низкая	слабая	0,5	1,6
14	Свердловск	19,6±0,26	6,3	очень низкая	слабая	2,2	1,3
15	Гродно	20,2±0,22	5,9	очень низкая	слабая	0,6	1,1
16	Курганск	18,2±0,26	8,0	низкая	слабая	6,0	1,4
17	Тюмень	17,6±0,25	8,0	низкая	слабая	7,7	1,4
22	Новосибирск	17,8±0,19	5,8	очень низкая	слабая	8,1	1,1
26	Алтай	18,1±0,63	18,5	средняя	средняя	3,4	3,5
36	Тула	18,9±0,38	8,3	низкая	слабая	3,3	2,0
37	Рязань	18,2±0,20	5,5	очень низкая	слабая	6,7	1,1
39	Саратов	21,1±0,39	10,0	низкая	слабая	1,5	1,9
40	Пенза	20,2±0,23	5,1	очень низкая	слабая	0,6	1,1
41	Ульяновск	20,2±0,24	5,6	очень низкая	слабая	0,6	1,2
43	Монголия	17,3±0,20	5,9	очень низкая	слабая	9,5	1,1
44	Тамбов	19,3±0,29	7,0	очень низкая	слабая	2,8	1,5
45	Липецк	19,9±0,26	5,8	очень низкая	слабая	1,4	1,3
47	Ростов	20,0±0,22	6,0	очень низкая	слабая	1,2	1,1
48	Минск	20,4±0,26	6,8	очень низкая	слабая	–	1,3
49	Карелия	17,9±0,30	9,7	низкая	слабая	5,0	1,7
51	Донецк	21,1±0,25	6,7	очень низкая	слабая	1,9	1,2
52	Архангельск	18,3±0,32	9,5	низкая	слабая	5,1	1,7
53	Ленинград	18,6±0,23	6,7	очень низкая	слабая	5,2	1,2
55	Полтава	20,5±0,18	5,0	очень низкая	слабая	0,3	0,9
56	Псков	20,6±0,26	7,4	очень низкая	слабая	0,5	1,3
57	Вологда	19,2±0,24	6,6	очень низкая	слабая	3,4	1,3
59	Хмельницкий	20,5±0,30	8,2	низкая	слабая	0,3	1,5
60	Кировск	19,3±0,28	7,6	очень низкая	слабая	2,9	1,4
61	Пермь	18,4±0,25	6,4	очень низкая	слабая	5,5	1,4
63	Волынь	20,4±0,25	6,9	очень низкая	слабая	0,0	1,2
64	Тверь	19,2±0,23	5,7	очень низкая	слабая	3,5	1,2
65	Марий Эл	19,7±0,53	12,6	низкая	средняя	1,2	2,7

№ климатипа	Происхождение климатипа	Средний диаметр насаждения, см	Изменчивость			t-критерий Стьюдента	Точность опыта, %
			C.V., %	по С.А. Мамаеву	по Г.Ф. Лакину		
1	Курск	21,9±0,60	23,9	повышенная	средняя	1,4	2,8
2	Брянск	20,0±0,30	22,8	повышенная	средняя	0,8	1,5
3	Сумск	20,7±0,56	24,9	повышенная	средняя	0,1	2,7
4	Витебск	21,3±1,05	28,9	повышенная	сильная	0,6	5,0

5	Белгород	22,6±0,53	18,4	средняя	средняя	2,3	2,3
6	Татарстан	20,6±0,80	27,0	повышенная	сильная	0,0	3,9
7	Воронеж	20,3±0,73	25,3	повышенная	сильная	0,3	3,6
8	Эстония	19,6±0,80	25,2	повышенная	сильная	1,0	4,1
9	Волгоград	22,9±0,54	21,4	повышенная	средняя	2,6	2,3
10	Латвия	18,9±0,44	24,2	повышенная	средняя	2,1	2,4
11	Башкирия	24,1±1,17	30,2	повышенная	сильная	2,6	4,8
12	Литва	19,8±0,61	22,6	повышенная	средняя	0,9	3,1
14	Свердловск	23,1±1,01	24,5	повышенная	средняя	2,0	4,4
15	Гродно	21,7±0,65	24,7	повышенная	средняя	1,2	3,0
16	Курганск	20,1±0,78	29,8	повышенная	сильная	0,5	3,9
17	Тюмень	19,9±0,68	27,3	повышенная	сильная	0,7	3,4
22	Новосибирск	20,6±0,52	21,3	повышенная	средняя	0,0	2,5
26	Алтай	17,7±0,69	29,8	повышенная	сильная	3,1	3,9
36	Тула	19,6±1,09	26,1	повышенная	сильная	0,8	5,6
37	Рязань	18,3±0,52	23,2	повышенная	средняя	2,7	2,8
39	Саратов	20,1±0,68	25,0	повышенная	средняя	0,5	3,4
40	Пенза	19,9±0,51	18,9	средняя	средняя	0,8	2,6
41	Ульяновск	19,3±0,49	20,0	средняя	средняя	1,5	2,6
43	Монголия	20,8±0,49	22,1	повышенная	средняя	0,2	2,4
44	Тамбов	18,8±0,63	21,0	повышенная	средняя	1,9	3,4
45	Липецк	20,3±0,70	20,5	повышенная	средняя	0,3	3,5
47	Ростов	20,8±0,71	26,6	повышенная	сильная	0,2	3,4
48	Минск	20,6±0,69	24,5	повышенная	средняя	–	3,4
49	Карелия	18,8±0,91	39,1	высокая	сильная	1,6	4,8
51	Донецк	21,0±0,75	28,1	повышенная	сильная	0,4	3,6
52	Архангельск	16,9±0,73	36,3	высокая	сильная	3,7	4,3
53	Ленинград	15,9±0,41	27,2	повышенная	сильная	5,8	2,6
55	Полтава	20,9±0,66	27,8	повышенная	сильная	0,3	3,1
56	Псков	20,4±0,68	30,2	повышенная	сильная	0,2	3,3
57	Вологда	17,9±0,53	24,7	повышенная	средняя	3,1	2,9
59	Хмельницкий	19,6±0,55	25,6	повышенная	сильная	1,1	2,8
60	Кировск	17,6±0,47	24,7	повышенная	средняя	3,6	2,7
61	Пермь	17,5±0,45	21,2	повышенная	средняя	3,8	2,6
63	Волынь	19,9±0,76	28,5	повышенная	сильная	0,7	3,8
64	Тверь	16,8±0,49	21,9	повышенная	средняя	4,5	2,9
65	Марий Эл	18,7±0,68	21,8	повышенная	средняя	2,0	3,6

По высоте достоверное различие установлено для курского, брянского и сумского климатипов. Минская сосна достоверно превышает по диаметру латвийский, алтайский, рязанский, архангельский, ленинградский, вологодский, кировский, пермский и тверской климатипы. По высоте достоверное различие минского климатипа установлено с рядом климатипов: белгородский, татарстанский, воронежский, башкирский, свердловский, курганский, тюменский, новосибирский, алтайский, тульский, рязанский, монгольский, тамбовский, карельский, архангельский, ленинградский, вологодский, кировский, пермский и тверской климатипы. Коэффициенты вариации диаметров деревьев в насаждениях составляют от 18,9% (пензенский климатип) до 39,1% (карельский климатип).

Согласно шкалам, разработанным С.А. Мамаевым и Г.Ф. Лакиным, это соответствует среднему и высокому уровню изменчивости признака [3-4]. Точность определения среднего диаметра не превышает 6%, что является удовлетворительным при проведении лесных исследований. Вариабельность высот деревьев колеблется в пределах 5,0–18,5%, что соответствует очень низкому и среднему уровню изменчивости. Варьирование диаметров имеет более высокие уровни изменчивости, нежели варьирование высот.

Таким образом, проведенные исследования позволяют заключить следующее:

– при произрастании в одинаковых условиях имеет место различие в характере роста и приживаемости деревьев различных климатических экотипов;

– наибольшая сохранность деревьев характерна для брянского, ленинградского и латвийского климатипов (соответственно 12,6%, 12,1% и 11,8%);

– наименьшая сохранность отмечена у тульского (2,4%) и эстонского (4,2%) климатипов;

– средняя высота и средний диаметр климатипов коррелирует с широтой и долготой мест заготовки семян (связь с широтой – коэффициент корреляции r_h=– 0,69, r_d=–0,59, связь с долготой: r_h=–0,75, r_d=0,24);

– средний диаметр минского климатипа (контроль) достоверно меньше белгородского, волгоградского, башкирского и свердловского климатипов, а также превышает аналогичный показатель латвийского, алтайского, рязанского, архангельского, ленинградского, вологодского, кировского, пермского и тверского климатипов;

– по росту в высоту лучшие показатели имеют курский, брянский и сумский климатипы (достоверно выше контроля);

– хуже контрольного варианта растут белгородский, татарстанский, воронежский, башкирский, свердловский, курганский, тюменский, новосибирский, алтайский, тульский, рязанский, монгольский, тамбовский, карельский, архангельский, ленинградский, вологодский, кировский, пермский и тверской климатипы.

Список использованных источников:

1. Вересин М.М., Ефимов Ю.П., Арефьев Ю.А. Справочник по лесному селекционному семеноводству. – М.: Агропромиздат, 1985. – 245 с.

2. Инструкция о порядке создания (формирования), выявления и эксплуатации объектов постоянной лесосеменной базы на участках лесного фонда в зависимости от потребности в семенах и посадочном материале лесных растений для лесовосстановления и лесоразведения. – Утверждена и введена в действие постановлением Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь № 73 от 19.12.2016. – Минск: Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь, 2016. – 64 с.

3. Мамаев С.А. О закономерностях внутривидовой изменчивости древесных растений. Теоретические основы внутривидовой изменчивости и структура популяций хвойных пород: сб. ст. / Ин-т экологии растений и животных; отв. ред. А.К. Махнев. – Свердловск, 1974. – С. 3–12.

4. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР НА ЭКСПРЕССИЮ ГЕНОВ ТРАНСКРИПЦИОННЫХ ФАКТОРОВ У ГЕНОТИПОВ ТОПОЛЯ

Ржевский С.Г., Гродецкая Т.А., Евлаков П.М., Федулова Т.П.
Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, Россия slavaosin@yandex.ru

Поиск критериев и отбор устойчивых к воздействию стрессовых факторов гибридов и сортов деревьев является важной задачей для создания и возобновления насаждений, особенно в регионах с жестким климатом. Механизм ответа растений на стрессовые воздействия является комплексным процессом, и немаловажную роль в нем принимают транскрипционные факторы. Белки NAC представляют собой одно из самых больших, присутствующих у широкого спектра наземных растений, семейств растительно-специфических транскрипционных факторов. Экспрессия многих генов, кодирующих белки из данного семейства, индуцировалась воздействием стрессовых факторов: ранением, холодовым шоком и обезвоживанием. Представители другого семейства транскрипционных факторов DREB играют важную роль в регуляции генов, связанных с абиотическим стрессом, и тем самым обеспечивают устойчивость растительных систем к стрессовым воздействиям, таким как холод, засуха и засоление.

Целью данной работы являлся анализ экспрессии генов *NAC036*, *NAC034* и *DREB2* у двух селекционно-ценных форм тополя (вид тополь китайский (*Populus simonii*) и «ПОК» - «тополь пирамидально-осокоревый Камышинский» (гибрид)) из коллекционно-маточной плантации на территории лесопаркового участка ФГБУ «ВНИЛГИСбиотех». Побеги растений были отобраны в конце января при температуре воздуха -10°С, по 6 фрагментов с каждого образца длиной 20 см. Черенки опытных образцов были проморожены до -50°С в течение 8 ч, начиная с -10°С (температура понижалась на 5°С в час), после чего оставлены на лабораторное отращивание при нормальных условиях. Контрольные образцы не подвергалась промораживанию и отращивалась одновременно с опытными. Суммарную РНК выделяли из верхушечных почек черенков с использованием колонок «Nucleo Spin Plant RNA» (Macherey-Nagel, Германия). Концентрацию препаратов РНК измеряли при помощи флюориметра «Qubit 2.0» (Thermo Fischer Scientific, США) с использованием стандартного набора реактивов «Qubit RNA BR Assay Kit» (Thermo Fisher Scientific, США). ПЦР в реальном времени со специфическими праймерами к исследуемым генам проводили на приборе «CFX96» (Bio-Rad, США). Последовательности праймеров были следующими: для *DREB2:* прямой 5’-TGTATGCTCGTATGCTCGT-3’ и обратный 5’-TCCTCATACACGCAGACCTC-3’, для *NAC034* прямой 5’-GTGTATTTCGACACGTCAGATTCT-3’ и обратный 5’-ATACATGAACATGTCCTGAAGCG-3’, для *NAC036:* прямой 5’-ACGAAATCTGGGTTCAGGGAGC-3’ и обратный 5’-GAGTTCCCCGTCCTCGTT-3’. В качестве нормализатора использовали праймеры к гену актина: прямой: 5’-GTCCTCTTCCAGCCATCTC-3’ и обратный5’-TTCGGTCAGCAATACCAGG-3’. Анализ относительного уровня транскриптов осуществляли 2-ΔΔCt-методом с использованием программного обеспечения «CFX Manager» (Bio-Rad, США).

В результате показано, что относительный уровень транскриптов генов *DREB2* и *NAC036* в почках образца тополя китайского снижался после промораживания, в то время как экспрессия *NAC034* не отличалась от контрольных вариантов. У образца ПОК также показано снижение уровня транскриптов гена *DREB2* в ответ на действие холодового стресса, а экспрессия генов *NAC034* и *NAC036* не отличалась от контрольных образцов. Полученные результаты свидетельствуют о том, что гены семейства *DREB2* изменяют свою экспрессию в ответ на воздействие низких температур. Ранее изменение экспрессии в ответ на воздействие холода было показано для генов семейства *DREB1* у тополя черного, в то время как семейство *DREB2* ассоциировалось с влиянием солевого стресса у различных растений. По данным Kim и Wu, ген *PeDREB1A* проявлял сильный отклик на

холодовой стресс, но продемонстрировал лишь незначительный отклик на засуху и солевой стресс. Однако Chen с соавт. сообщалось, что уже в первые часы воздействия холодового стресса экспрессия гена *PeDREB2* увеличивается у тополя евфратского. Kim и Wu также высказали предположение, что могут существовать перекрестные пути между семействами *DREB1* и *DREB2*, поскольку некоторые гены *DREB1* индуцируются осмотическим стрессом и повышенными концентрациями соли, что обычно наблюдается для генов *DREB2*. Lu и др. показано, что сверхэкспрессия *PeNAC036* у арабидопсиса дикого типа и внедрение *PeNAC036* в мутантную линию *anac072* повышали устойчивость к засолению и засухе, в то время как сверхэкспрессия *PeNAC034* в растениях дикого типа и внедрение в мутантные линии *ataf1* увеличивали чувствительность растений к стрессу. Изменение уровня экспрессии генов в проведенном нами исследовании свидетельствуют о развитии стрессозащитных механизмов у растений. Снижение экспрессии исследуемых генов у образцов тополя китайского может быть связано с индуцированием таких путей защиты от абиотического стресса, как, например, АБК-путь. В то же время, регуляция функционирования *NAC036* и *DREB2*, предположительно, сопряжена с активацией других представителей факторов транскрипции и изменением экспрессии их генов.

РОСТ И РАЗВИТИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР ПИХТЫ И ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ В УСЛОВИЯХ КАЗАХСТАНСКОГО АЛТАЯ

Роговский С.В., Новак А.П., Оканов К.С.
Алтайский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации», Казахстан ridder_los@mail.ru

Как известно пихта и лиственница являются главными лесообразующими породами черневой тайги Казахстанского Алтая, высотный диапазон произрастания этих пород составляет от 600 до 1900 м н. у. м. Проведенные исследования, направленные на изучение эколого-географических особенностей создаваемых культур, их продуктивности и устойчивости к неблагоприятным условиям среды, позволяют выявить наиболее перспективные климатипы для различных почвенно-климатических условий Казахстанского Алтая.

В нашей местности эти исследования проводятся с 1974 года, последние наблюдения на участке географических культур пихты сибирской, заложенном в 1977 г., проводились в 2005 году, когда культуры достигли 31 года. Участок этот расположен на 1200 м н. у. м. в Риддерском ГУЛХ Журавлихинского лесничества на площади 4 га, в V^a районе, Бело-Убинском сопочном подрайоне пихтовых лесов. Тип условий местопроизрастания – неравномерно-увлажненный. Экспозиция склона местонахождения участка – СВ-5°. Средняя годовая температура здесь составляет +1,8°С, осадки за год – 662 мм, за вегетационный период 300-400 мм.

На участке было высажено 17 климатипов в 3-х повторностях каждый. Для посадки использовались 3-летние саженцы, выращенные из семян, привлеченных из лесхозов, как местных – Риддерского, Пихтовского, Черемшанского, Зыряновского и Аюдинского ГУЛХ (семена были собраны с высоты от 600 до 1250 м н. у. м.), так и использовались семена из Среднего Урала, Предуралья, Алтайского края, Кемеровской, Кировской и Новосибирской областей, а также Красноярского края и Республики Коми. В качестве контроля был взят местный климатип из Риддерского (Лениногорского) ГУЛХ с 1000 м н. у. м. Первая инвентаризация культур проводилась в 1979 г., приживаемость их варьировала от 25,8 до 69,7%. Лучшие результаты показал климатип из Кировской области (Кировский лесхоз), худший из Новосибирской (Тогучинский лесхоз).

В 11-летнем биологическом возрасте сохранность культур оставалась достаточно стабильной и составляла от 25,0 до 69,5%. Климатипы с наибольшей сохранностью в 6-летнем возрасте имели наилучшую сохранность и в 11 лет. Местный климатип в 6-летнем возрасте имел сохранность - 52,5, а в 11 лет – 50,6%.

В этом возрасте, лишь шесть климатипов из семнадцати имели более высокую сохранность в сравнении с местным – это климатипы из Пермской (Ильинский, Яйвинский лесхозы), Свердловской, Кировской и Восточно-Казахстанской (Аюдинское, Черемшанское ГУЛХ) областей, остальные, соответственно, сохранились хуже. Высота культур в шестилетнем возрасте была небольшой (лимиты 0,098-0,1560 м). В 15 лет высота растений варьировала от 0,86 м – климатип из Республики Коми и до 1,47 м – из Кемеровской области. Местный – контроль был на предпоследнем месте и имел высоту – 0,92 м.

По результатам последних наблюдений, проведенных 20 лет спустя, лучшие результаты в сравнении с местным (6,4±0,20 м), по высоте (лимиты 5,0-9,1 м) показали четыре климатипа. Среди них оказался климатип из Пермской области Ильинского лесхоза (9,1±0,30 м), хотя в 15 лет он был почти худшим (0,97 м). Также в группу успешного роста вошли климатипы из этой же области - Яйвинского лесхоза (8,7±0,26), из Кемеровской – Пермяковского (8,0±0,32) и Алматинской – Талды-Курганского ГУЛХ (7,8±0,30). Все различия достоверны в высокой степени $t>t_{01}$. По прежнему, значительно отстает в росте климатип из Республики Коми (5,0±0,26 м). Различия же оставшихся

одиннадцати климатипов по высоте, в сравнении с местным, оказались статистически не достоверны, т.е. они росли не хуже местных, однако и не обошли их по этому показателю.

Для более полной оценки, включающей в себя не только высоту и сохранность, но и такие показатели, как диаметр, ширину кроны, качество ствола и жизнестойкость климатипов, была проведена комплексная оценка по методике Ю.Е. Булыгина, по состоянию культур на 2005 г. Каждому климатипу был присвоен ранг, оценивающий его по всем вышеперечисленным показателям. Так, местному климатипу был присвоен лишь 10 ранг, а почти все климатипы из Восточно-Казахстанской области заняли более низкие ранги в сравнении с контролем, исключение составил лишь климатип из Пихтовского ГУЛХ (600 м н. у. м.). Из климатипов ближнего зарубежья, не перспективными оказались культуры, выращенные из семян Республики Коми (16 ранг), Кировской области (15 ранг) – у которых оказались низкие показатели по диаметру и приживаемости и Красноярского края (14 ранг). Семена этих происхождений, по предварительным данным, не целесообразно использовать в нашем регионе на высоте 1200 м н. у. м.

Лидирующее положение почти по всем учитываемым признакам (исключением является лишь диаметр и качество ствола), занял климатип из Пермской области Ульинского лесхоза (1 ранг). 2 ранг присвоен климатипу из Кемеровской – Пермяковского, в культурах которого наблюдается небольшое отставание в росте и по сохранности – в сравнении с лидером, а по диаметру, качеству ствола и жизнестойкости, он оказался лучшим.

У климатипов из Маслянинского лесхоза Новосибирской области, по всем показателям наблюдается небольшое снижение в сравнении с лидером, тем не менее, по сумме всех значений ему присвоен 3 ранг. Почти на таком же уровне показал себя климатип из Алматинской области Талды-Курганского ГУЛХ (4 ранг), уступив предыдущему лишь по качеству ствола и диаметру.

Следует также отметить и рекомендовать использование семян в нашей местности в неурожайные годы – из Алтайского края Залесовского лесхоза (6 ранг), Свердловской области – Тавдинского лесхоза (7 ранг), Новосибирской – Тогучинского (8 ранг) и Пермской – Яйвинского (9 ранг). 5 ранг был присвоен климатипу из Пихтовского ГУЛХ – ВКО (600 м н. у. м.) – этот климатип был рекомендован для создания культур с средней части лесного пояса уже с 1983 года и сохранил свое положение до 2005 г. У остальных же климатипов результаты изменились в той или иной степени, а именно, как указывалось выше, климатипы из ВКО (рекомендованные в 1983 г.) показали результат ниже, чем у контроля. Культуры пихты из семян Республики Коми, отстающие по всем показателям от местного с 1983 г., и в 2005 г. показали худший результат.

Однако, делая выводы, нужно отметить, что для полной уверенности в полученных результатах, их подтверждения, или опровержения, необходимо продолжение исследований роста и состояния пихты, вплоть до возраста спелости культур.

Наблюдения за тридцатилетними растениями лиственницы в географических культурах проводились на участках, заложенных в среднем и нижнем высотных поясах, V^a Бело-Убинского сопочного подрайона пихтовых лесов Рудного Алтая. Создавались эти культуры в 1977 г., используя климатипы из 12 регионов, в том числе и местные.

Наблюдения в пятилетнем биологическом возрасте культур показали, что лиственница Сукачева имела лидирующее положение по росту (на 800 м – 58-61 см, на 1200 м – 41-64 см) и сохранности (на 800 м – 67-86%, на 1200 м – 65-79%).

Лиственница сибирская отставала по росту (на 800 м – 19-59 см, на 1200 м – 23-54 см) и имела более низкую сохранность (на 800 м – 31-52%, на 1200 м – 40-75%), причем наименьшую высоту имели растения местного происхождения – из Маркакольского (контроль) и Курчумского ГУЛХ.

Быстрорастущие климатипы лиственницы даурской из Амурской и Сахалинской областей в культурах ежегодно повреждались весенне-осенними заморозками и зимними холодами, и имели низкую сохранность (на 800 м – 35-51%, на 1200 м – 10-45%). В

результате подмерзания они по высоте находились на одном уровне с лиственницей Сукачева, несмотря на то, что имели более высокий сезонный прирост.

В 12-летнем возрасте культуры лиственницы Сукачева по-прежнему занимали лидирующее положение по высоте (на 800 м – 331-380 см, на 1200 м – 231-293 см) и приживаемости (на 800 м – 54-79%, на 1200 м 45-77%). Лиственница сибирская была по высоте – 61-353 см – на 800 м и 69-216 см – на 1200 м. Сохранность ее варьировала от 19 до 43 %. Даурская сохраняла хороший рост (на 800 м – 287-351 см, на 1200 м – 98-242 см), но слабую сохранность (на 800 м – 20-41%, на 1200 м – 3-43%).

По результатам комплексной оценки 12-летних культур, созданных на 800 м н. у. м., 1 ранг был присвоен климатипу из Амурской области, последний – местному. Следовательно, все климатипы инорайонного происхождения в этом возрастном периоде показали лучшие результаты в сравнении с контролем.

На участке с 1200 м н. у. м., наивысшие ранги были также присвоены лиственнице Сукачева. Климатип из Башкортостана – 1 ранг, последний получил местный климатип, как и на 800 м.

К сожалению, с 13-летнего возраста, в силу различных причин, наблюдения в географических культурах не проводились вплоть до достижения ими 30 лет.

Результаты этих исследований показали, что положение в росте лиственницы Сукачева (800 м н. у. м.), сибирской и даурской как бы сравнялось. Имеющиеся различия как по высоте, так и по диаметру оказались статистически недостоверны. Исключением является климатип из Читинской области, имеющий меньшую высоту в сравнении с контролем и Сахалинской области – диаметр которого больше, нежели у местного климатипа. В данном случае, различия достоверны в высокой степени $t>t_{01}$.

После проведения комплексной оценки появилась возможность более точно оценить состояние культур различных происхождений.

Так местный климатип занял 8-ой ранг, а лучшими в сравнении с ним оказались – из Сахалинской, Хабаровской областей и Бурятии (1, 2, 3 ранги), далее из Иркутской области, Башкортостана и Свердловской области (4, 5, 6 ранги). У местного климатипа из Курчумского ГУЛХ – 7 ранг. Все остальные климатипы по своему состоянию оказались хуже местного.

На участке с 1200 м н. у. м. лидирующее положение по комплексной оценке занял местный климатип (контроль) из Маркакольского ГУЛХ, однако, четыре климатипа – из Читинской, Иркутской, Свердловской областей и Башкортостана имеют разницу в росте с контролем незначительную, т. е. статистически не достоверную, также как и по диаметру. Поэтому семена из этих регионов достаточно успешно могут быть использованы в нашей местности, в случае неурожая местных семян.

В 30-летнем биологическом возрасте культур пихты, созданных в средней части лесного пояса Казахстанского Алтая, лучшие результаты по росту, диаметру, сохранности, жизнеспособности и качеству ствола являются климатипы из Пермской, Свердловской, Новосибирской, Кемеровской, Алматинской областей и Алтайского края.

Не рекомендуется использовать семена из Кировской, Красноярской области и Республики Коми – эти климатипы на данном возрастном этапе показали отрицательный результат.

Рост и состояние культур лиственницы в 30-летнем возрасте резко отличаются от состояния их в 12-летнем возрасте, так ранее лидирующая по всем показателям лиственница Сукачева, в 30 лет показала результат такой же, как у сибирской и даурской лиственниц, как на участке с 800, так и на 1200 м н. у. м.

Для создания культур лиственницы в Казахстанском Алтае могут быть применены семена из Башкортостана, Свердловской и Иркутской областей. Лиственницу Даурскую целесообразно сажать лишь на высоте – 800 м н. у. м., на 1200 м она растет хуже, нежели местная (различия статистически достоверны $t>t_{01}$).

ПЛЮСОВЫЕ ДЕРЕВЬЯ, ФАКТОРЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ И СТРУКТУРА ДРЕВОСТОЯ

Рогозин М.В.
Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия
rog-mikhail@yandex.ru

Принято считать, что плюсовые деревья формируются под действием генетических и фитоценотических факторов примерно в равной мере, но точные доли этих факторов остаются неизвестны. Неизвестно и взаимодействие генотипа со средой, например, с разным ценотическим окружением, т.е. разной конкуренцией со стороны соседей. В связи с этим мы попытались выяснить, как влияет конкурентная среда в микроценозах вблизи плюсовых деревьев на сам факт их появления. Площадь питания дерева и густоту ценоза давно используют как факторы, отражающие конкурентное взаимодействие между деревьями. Подразумевается, что в конкурентной борьбе каждое дерево завоевывает себе некоторое жизненное пространство или область доминирования. Поэтому было интересно узнать, чем же заканчивается жизненное соревнование между деревьями к возрасту спелости, и как деревья использовали доставшееся им увеличенное расстояние до соседей.

С этой целью в спелом древостое сосны обыкновенной мы сделали выборку из деревьев, сформировавшихся на более дальних расстояниях от соседей. Также сделали выборку из 44 кандидатов в плюсовые деревья и определили, в каких местах и в каких структурах насаждения они были размещены.

Изучалось чистое насаждение сосны в возрасте 184 года с полнотой 0,91–0,95 первого класса бонитета, где было проведено сплошное картирование 732 деревьев на площади 2,16 га на двух смежных секциях, на которых в пределах одного типа леса имелись естественные флуктуации густоты и увлажнения почвы. Мерой отдаления от соседей служило расстояние 5,44 м, полученное как сторона квадрата для средней площади питания дерева. Это расстояние разделили на 4 градации: до 2,70 м (½ от среднего расстояния, градация «биогруппы»); 2,71–3,70; 3,71–6,00 и 6,01–8,75 м. При расстоянии далее 8,76 м такие места относили уже к прогалинам. Измерения проводили на карте, которая была оцифрована в программе ArcGIS.

Когда деревья соединили цепочками взаимодействия со своими соседями и получили картину структуры насаждения, то на карте с первыми двумя градациями цепочек расстояний до соседей (до 3,70 м) сразу стали видны деревья, стоящие более свободно. Таких деревьев с дальними соседями оказалось 18%. Их средние диаметры по секциям оказались выше на 3,7 и 8,0% в сравнении с остальными деревьями, растущими ближе друг к другу. Однако только второе повышение оказалось достоверно и приходилось на секцию с меньшей густотой и несколько лучшими условиями увлажнения. Эти результаты оказались пока единственными в своем роде, и они были получены всего на двух участках, причем лишь с небольшими флуктуациями по густоте. Однако они сразу показали, что даже небольшое улучшение увлажнения и снижение общей густоты всего лишь на 7% приводит к существенным изменениям на уровне микроценозов для процесса влияния их густоты на размер деревьев.

С позиций эпигенетики полученные различия могут быть объяснены следующим образом: вследствие повышения общей густоты ценоза повышение конкуренции между деревьями сдерживает у всех членов сообщества стремление к увеличению своих размеров, а снижение густоты усиливает это стремление. Получается, что общая густота выступает как доминирующий фактор, а локальная густота (густота микроценоза) подчиняется ей. Лучшее увлажнение усиливает это стремление к увеличению размеров.

Далее крупные деревья изучали в градиенте флуктуаций густоты по массиву, для чего разделили изучаемое насаждение на 4 пробных площади по 0,54 га и расположили их по возрастанию густоты (таблица 1).

Таблица 1 - Кандидаты в плюсовые деревья на пробных площадях (ПП)

Показатели	ПП 1	ПП 4	ПП 2	ПП 3	Всего
Число деревьев, шт.	170	174	189	199	732
Средний диаметр (Дср), см	43,8	40,4	40,3	39,4	41,0
Диаметр 1,3 Дср	57,0	52,5	52,4	51,2	53,3
Кандидаты в плюсовые деревья, шт.	10	13	10	11	44
Частота, %	5,9	7,5	5,3	5,5	6,0

Кандидатов в плюсовые деревья оказалось 44 шт. или 6,0%, при этом несколько больше (5,9–7,5%) их было на пробных площадях с меньшей густотой.

На карте из этих 44 кандидатов в плюсовые деревья оказались расположены более свободно только 11 деревьев или 27%. В остальных 73% случаев они сформировались при более близком расположении соседей, т.е. в обычных условиях конкуренции. Обнаружена неравномерность их размещения по территории, и было три места, где кандидатов не оказалось; но были места, где они располагались достаточно часто.

Далее мы рассмотрели формирование кандидатов в плюсовые деревья в биогруппах. В них оказались растущими 18 деревьев или 41%. Эта доля практически такая же, как и в биогруппах по всему массиву сосны, равная 40,4%, и где средний диаметр деревьев в них оказался одинаковым со средним диаметром деревьев по древостою. Мы провели анализ структуры этих биогрупп [1] и обнаружили совершенно обычное встраивание в них самых крупных деревьев. Это подтвердило, что их формирование слабо зависит от площади питания, что отмечали многие исследователи ранее. Получается, что самым крупным деревьям в молодости не было преференций по площади питания, и они конкурировали с соседями на таких же расстояниях, как и обычные деревья.

Однако самым неожиданным оказался возраст крупных деревьев.

Для изучения возраста были взяты керны от 20 деревьев с диаметрами от среднего и выше. Их возраст на 2017 год оказался в среднем 184,5 года, с колебаниями от 174 до 195 лет. Получается, что сосна заселяла эту территорию в течение 21 года. Парадоксально, но самые крупные деревья имели и самый старый, и самый молодой возраст (рисунок 1).

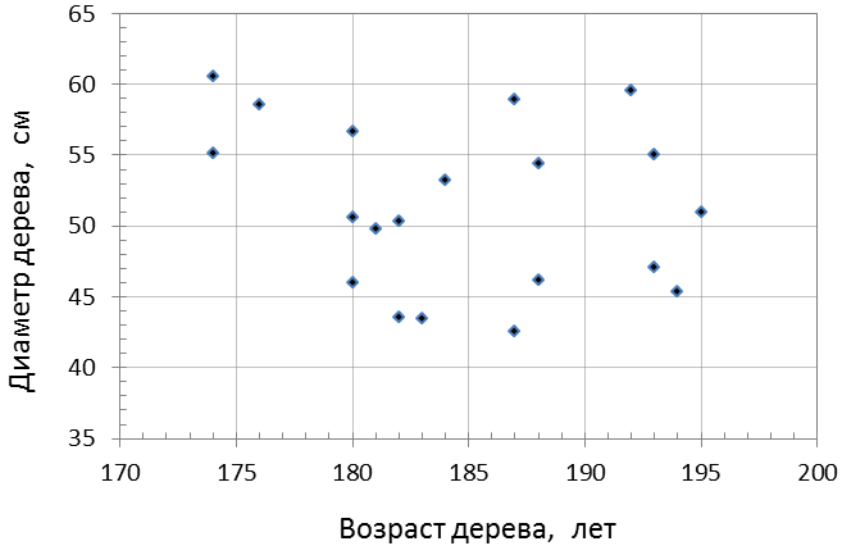


Рисунок 1 - Возраст деревьев сосны и их диаметры на высоте 1,3 м.

Объяснение для самых крупных, но относительно более молодых деревьев может быть двоякое. Либо они имели очень быстрый рост, обусловленный генетически и не только догнали по размерам своих старших соседей, но и значительно их превзошли, либо на территории есть места, особо благоприятные для роста сосны. Оба фактора могут быть

равнозначны. В связи с этим в совершенно ином свете представляется выделение плюсовых деревьев. Для нашего случая их следует отбирать с возрастом 174–183 года, и это будет примерно половина от их числа, выбранного по размерам ствола. Вероятно, в этом случае их рост будет обусловлен генетическим фактором в гораздо большей степени.

В то же время нельзя исключать и действие «фактора места». В литературе есть сведения о том, что размеры деревьев зависят в большей степени не от площади их питания, а от экологической неоднородности биотопа, в котором существуют биологически благоприятные зоны. В них деревья растут плотнее и оказываются крупнее, а в неблагоприятных – наоборот [2-4].

Но структуру данного насаждения мы анализировали и по другим позициям. Применяли четыре метода: метод ближнего соседа, метод средних расстояний до 6–12 соседей, метод полигонов питания и разбивку территории на площадки по 0,01 га (механические микроценозы). Все они дали близкие результаты. Так, на площадках 0,01 га их густота в 120 лет детерминировала отпад деревьев к 184 годам всего лишь на 4,7%, а средний диаметр на 10,1%. Доставшаяся деревьям площадь питания повлияла на их диаметр с еще меньшей силой в 7,7%. Влияние же расстояния до ближнего соседа на диаметр дерева оказалось вообще исчезающе малым (2,2–2,8%). Напротив, на уровне макроценозов, на пробных площадях размером по 0,12 га, естественная флуктуация их густоты в 120 и в 170 лет детерминировала диаметр сосны на 43 и 53%. Это указывает на приоритет влияния густоты на уровне макроценоза (древостоя), в отличие от уровня микроценоза, где ее влияние ослабляется до 7,7%, т.е. в 6 раз.

Полученные результаты позволили обнаружить три неизвестных ранее для древостоев явления: минимизацию конкуренции в микроценозах, партнерство между соседствующими деревьями, когда их диаметры коррелируют при $r=0,52\pm0,037$, а также статистическую константу в отношениях площадей сечений деревьев-соседей, равную «Золотой» пропорции. Эти явления доказывают, что древостой гармоничен по структуре и отношения партнерства среди деревьев определяют его гомеостаз и долговечность.

Таким образом, из трех факторов влияния – генотипа, среды и их взаимодействия установлено пока численное значение только фактора среды – в виде влияния густоты микроценоза, которая была причиной появления крупных деревьев только в 27% случаев. В остальных 73% случаев крупные размеры деревьев могут быть обусловлены как влиянием генотипа, так и влиянием «фактора места», т.е. благоприятными для роста деревьев местами территории. Вероятно, именно на таких местах поселение деревьев даже с опозданием на 20 лет привело к их усиленному росту и формированию размеров ствола, по которым их можно отнести к плюсовым.

Список использованных источников:

1. Рогозин М.В. Биогруппы в старых насаждениях сосны. Вестник Пермского университета. Серия Биология. - 2018. - Вып. 2. - С. 150–158.

2. Марченко И.С. Биополе лесных экосистем. - Брянск: Придесенье, 1995. - 188 с.

3. Демаков Ю.П. Структура и закономерности развития лесов Республики Марий Эл. - Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический ун-т, 2018. - 432 с.

4. Рогозин М.В. Лесные экосистемы и геобиологические сети [Электронный ресурс]: монография. - Пермь: ПГНИУ, 2016. - 171 с. http://elibrary.ru/item.asp?id=26090628.

АҒАШ ӨСІМДІКТЕРІНІҢ ИНДИКАТОРЛЫҚ ТҮРЛЕРІНЕ ОРТАНЫҢ АБИОТИКАЛЫҚ ФАКТОРЛАРЫНЫҢ ӘСЕРІ

Садакова Б.Д.
«Тарбағатай» мемлекеттік ұлттық табиғи паркі, Қазақстан tarbaga18@bk.ru

Абиотикалық фактор - органикалық емес ортаның тірі организмдерге тікелей немесе жанама әсерлерінің жиынтығы; физикалық (климат, орография), химиялық (атмосфера, су, топырақ құрамы) болып бөлінеді. Олардың әрқайсысының болу немесе болмау дәрежесі ағзалардың өміршеңдігіне айтарлықтай әсер етеді, және де олардың әртүрлі түрлеріне бірдей емес. Айта кету керек, бұл бүкіл экожүйеге, оның тұрақтылығына қатты әсер етеді. Өсімдіктер-индикаторлар немесе индикаторлық өсімдіктер-қоршаған ортаның белгілі бір жағдайларына күрт айқын бейімделуге тән өсімдіктер. Өсімдіктің жай-күйі, жапырақтардың және басқа да органдардың сыртқы түрі бойынша топырақтың құрамын, онда қоректік заттардың болуын нақты анықтауға болады. Тарбағатай ағаш өсімдіктері негізінен оңтүстік және солтүстік жотаның ең ірі өзендерінің алқаптарына арналған. Жайылма ормандары негізінен талдармен қалыптасады, оларға үлкен мөлшерде терек, көктерек, мойыл, долана, сирек қайың, ал жотаның оңтүстік беткейінің орталық бөлігінде алма қосылады. Өзендердің жайылмасында лавр жапырақты теректің аздаған тоғайлары кездеседі,олар кейде шатқалдың баурайларына да көтеріледі.

Бұл аумақта алма, көктерек, терек, тал ағаштардың түрлері кездеседі. Осыған байланысты «Тарбағатай» ұлттық паркінің ағаш өсімдіктерінің индикаторлық түрлері кәдімгі көктерек *(Populus tremula*), Сиверс алмасы *(Malus sieversii*), лавр жапырақты терек *(Populus laurifolia)* және ешкі тал (*Salix caprea*) болып табылады.

Абиотикалық факторлар арасында бөлінеді:

1. Климаттық (температураның, жарықтың және ылғалдықтың әсері);

2. Геологиялық (жер сілкінісі, вулкандардың атқылауы, мұздықтардың қозғалысы, сел мен қар көшкіні және т. б.);

3. Орографиялық (зерттелетін организмдер мекендейтін жер бедерінің ерекшеліктері).

Өсімдіктегі өмірлік процестер белгілі бір температуралық жағдайларда ғана орын алуы мүмкін. Өсімдіктердің әртүрлі түрлері әртүрлі мөлшерде жылудың дамуын қажет етеді және қатты ауытқуларды жоғарылатуға, сондай-ақ температураның оңтайлы, осы өсімдіктер үшін оның дамуының осы кезеңінде неғұрлым қолайлы болуына қарай көтеруге әртүрлі қабілетке ие.

Ағаш өсімдіктерінің аязға төзімділігі ең алдымен олардың анатомоморфологиялық және физиологиялық ерекшеліктеріне байланысты, атап айтқанда:

- өсімдіктердің қатып қалуын және қысқы құрғауын әлсіретететін қорғаныш жабындары (діңдері мен бұтақтарының қалың қабығы, қашу мен бүйректердегі шашақтардың, шайырлы немесе балауыз ұшуының болуы);

- жасушалар плазмасының сусыздануы қандай да бір шамада көтеру қабілетіне байланысты;

- қорғаныш заттардың (қант) жиналу қарқындылығынан;

- жасушалық шырынның концентрациясы дәрежесінен.

Суыққа қарсы тұрақтылық өсімдіктің жасына және даму кезеңіне байланысты. Барлық ағаш тұқымдары, оның ішінде ең аязға төзімді, суыққа сезімтал.

Шамадан тыс жоғары температура өсімдіктерге зақым келтіреді және егер ол өсімдіктің ыстыққа қарсы төзімділігі шегінен асып кетсе, тіпті олардың өлуіне әкеледі. Жоғары температура кезінде (аяз әрекеті кезіндегі сияқты) өсімдіктер жасушаларының зақымдануы мен жойылуының негізгі себебі жасушалық плазманың биоколлоидтарының құрғауы болып табылады, оның жұқа құрылымын бұзады. Өсімдіктердің ыстыққа төзімділігі, олардың аязға төзімділігі сияқты көптеген факторларға байланысты.

Зерттелетін аумақтың климаты салыстырмалы қалыпты. Ауаның орташа айлық температурасы шілдеде максимумға жетеді (оңтүстік беткейде ол +22,2°С, +23,2°С, ал солтүстік және батыс беткейде +21,2°С) және қаңтарда минимумға жетеді, және де Солтүстік беткейде ол Оңтүстік беткейде 3-4-тен төмен және -18,4°С-ге тең. Оңтүстік беткейдің абсолюттік жылдық минимумы -40-45°С. Оңтүстік беткейдің абсолюттік жылдық максимумы +41+42°С. Ең ыстық ай-шілде және кейде тамыз айы. Зерттелетін аумақтың барлық индикаторлық түрлері мезофит болып табылады, сондықтан температураның күрт өзгеруі және климаттағы өзгерістер жалпы көріністің өзгеруіне, ұлттық парк флорасының жағдайына әкеледі.

Орман үшін маңызы бар ылғалдың барлық түрлерін үш топқа бөлуге болады: жауын-шашын; бу түріндегі ауадағы ылғал; топырақтағы ылғал. Жауын-шашынның орташа жылдық көрсеткіші орташа жылдық температура көрсеткішінен аса маңызды, өйткені қысқы жауын-шашын вегетациялық кезең үшін резерв болып табылады, бұл әсіресе тұрақсыз және жеткіліксіз ылғалдану аудандарында маңызды. Жауын-шашын жаңбыр, қар, бұршақ (тік жауын-шашын), шық, иней, күю (көлденең жауын-шашын) түрінде болуы мүмкін. Жауын-шашын өсімдіктерге тек ылғал ғана емес, қандай да бір шамада да тамақ береді: олар топыраққа атмосферадан минералды заттар, сондай-ақ азот қышқылының тұздары, аммиак және т. б. енгізеді. Шөгінділердің құрамы өсімдіктердің жер үсті органдарымен жанасқанда осы өсімдіктердің кейбір заттарымен және ішінара толықтырылады. Әсіресе қысқы жауын-шашын, орманға физикалық әсер етеді, ол оң және теріс болуы мүмкін. Қардың оң әсері: топырақты қатып қалудан сақтауда; өсімдіктерді (ағаш тұқымдарының өскіндері өздігінен егілуі, топырақ жамылғысынан көпжылдық өсімдіктер және т. б.) қатып қалудан қорғауда; оларды газдармен уланудан қорғауда; тұқымның ұшу қашықтығының ұлғаюында.

Көктемде еру кешіккен кезде терең қар жамылғысы өздігінен өсуді кідіртеді және осы арқылы оны кеш болатын аяздан қорғайды. Күзде түскен қар, әсіресе еріген жерге, аязға қауіп төндіреді немесе жояды. Көктемдегі қардың кеш жаууы ағаш тұқымдарының гүлденуіне және жемісіне, құстардың ұяларына теріс әсер етеді. Сонымен кеш жауған жаңбырлы қармен қатар, кейбір зиянды жәндіктердің өлуіне де ықпал етеді.

Қар жамылғысы әдетте бес ай бойы сақталады, бірінші қар қазанның соңында немесе қарашаның бірінші жартысында түседі және наурыздың екінші жартысында немесе сәуірдің бірінші жартысында түседі.

Маңызды климаттық фактор жел болып табылады. Тарбағатай ауданында негізінен суық солтүстік, солтүстік-шығыс және шығыс желдері және аз уақыт-оңтүстік және батыс желдері байқалады. Солтүстік және солтүстік-батыстан қозғалатын суық массалар (арктикалық, суық полярлық) Моңғол және Қытай шөлдерінен құрғақ Шығыс массалары Тарбағатайдың солтүстік беткейінде ұсталады. Сондықтан солтүстік беткей оңтүстік беткейге қарағанда суық және құрғақ болып келеді.

Жапырақты жыныстар қылқан жапырақтыларға қарағанда, жапырақты жыныстылардың (атап айтқанда 5-10%), күл құрамы, қылқандыларға қарағанда көп болуымен ерекшеленеді(1-4%). Күлді элементтердің саны өсімдіктің жасымен өзгереді.

Өсімдіктердің 3 топтары бар, олар жердің құнарлылығын талап етеді: олиготрофты (топырақ құнарлылығының деңгейіне қарай (терек, қарағаш)), мезотрофты (орташа талапшылдықпен ерекшеленеді (қайың, көктерек, бузина, ешкі тал), эутрофты (топырақтың құнарлылығына жоғары талаптар бар (алмұрт).

Өсімдіктер үшін жарықтың мәні өте үлкен. Бұл маңызды климаттық факторлардың бірі, оның қарқындылығы жыл мезгіліне байланысты өзгереді. Жарық қарқындылығы мен жарықтандыру ұзақтығының өзгеруі елеулі әсер етеді.

Жарық сүйгіш жынысты өсімдіктерде тәж гүлді жинақы, әдетте жоғары көтерілген. Діндері бұтақтардан тез тазартылады және сүрекдіндері сирек. Ағаштардың қабығы қалың және кедір-бұдырлы болады. Ағаштар жас кезеңінде тез өседі. Жарық сүйгіш

тұқымдардың жасөспірімдері үзілген сүрекдіңнің астында немесе ашық кеңістіктерде пайда болады және өседі.

Көлеңкелі жыныстарда тәжі қалың, тығыз, төмен түсіп өседі, бұтақтардан қиын тазартылады, сүрекдіңнің қалыңдығы қалың, жас кезеңде баяу өседі. Қабығы жұқа тегіс. Жас өсімдері, аналық ағаштың астында пайда болуы және өсуі мүмкін.

Осылайша, жоғарыда келтірілген деректер ұлттық парк аймағына қарасты ағаш өсімдіктерінің кедейлігімен куәландырады. Зерттелетін аумақтың ағаш өсімдіктерінің индикаторлық түрлері абиотикалық орта жағдайларына жақсы бейімделген, бірақ әрбір кластерлік учаскеде әр түрлі, өйткені әрбір учаскенің климаттық жағдайлары әртүрлі. Арқалы және Қарабас тауларының климаты құмды топырақпен құралған, ағаш өсімдіктерінің өкілдерінен сирек бұталар мен жартылай бұталар кездеседі. Ағаш өсімдіктері негізінен Тарбағатай жотасының тау бөктерінде және Үржар, Емел, Қатынсу өзендерінің жайылмаларында кездеседі.

Өкінішке орай, жайылымдағы және тау баурайларында орналасқан ормандарды (алма, көктерек) жергілікті тұрғындар отынға кескен. Бұдан басқа жотаның оңтүстік беткейінің орталық бөлігінде өсетін Сиверс жабайы алма ағашының табиғи өсіндісі орын алады. Жоғарыда айтылғандардан қорытынды жасауға болады:

1. Жергілікті халықтың экологиялық дүниетанымын насихаттау және дамыту қажет;
2. Орманды қалпына келтіру үшін қолайлы жағдай жасау және зерттеу;
3. Олардың табиғи ареалдарында түрлерді қорғауды және сақтауды қамтамасыз ету.

ЭНТОМОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (*QUERCUS ROBUR* L.) НА КОНТРАСТНОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ФОНЕ ЦЧР В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Сауткина М.Ю.
Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, Россия sautmar@mail.ru

В настоящее время все большую актуальность приобретает проблема сохранения лесных генетических ресурсов в условиях наблюдаемых и ожидаемых глобальных изменений климата. Известно, что лесные экосистемы являются регуляторами биогеохимических циклов на планете Земля, а лесной покров - ключевым фактором устойчивости планетарной биосферы [1]. Существуют различные оценки и прогнозы воздействия предстоящих климатических изменений на лесные биогеоценозы. По мнению С.М. Семенова и др. [2], одним из последствий изменения климата станет возросший тепловой ущерб и увеличится частота нарушений глобальных и региональных экосистем вследствие пожаров и воздействия вредных насекомых. В последние десятилетия отмечается неуклонное снижение площадей и качества лесов, а особенно дубрав, вследствие ухудшения лесопатологической ситуации.

Дуб черешчатый является предпочитаемой кормовой породой для многих насекомых. На нем обитает более 1,4 тыс. видов фитофагов [3]. Такие листогрызущие насекомые, как зеленая дубовая листовертка, пяденицы зимняя и обдирало, непарный шелкопряд и дубовый блошак, существенно влияют на ослабление деревьев дуба и выработали ряд механизмов противодействия факторам, сдерживающим рост их численности, что приводит к стабилизации плотности популяций на достаточно высоком уровне [4-5]. Динамика численности вредителей во времени зависит от природно-климатических условий, а также питания и скорости их размножения. Нарушение экологического баланса дубрав приводит к нарушению водного режима почвы, изменению световых и температурных условий в лесном массиве, а в совокупности к созданию благоприятных условий для развития вредителей и болезней. Поэтому изучение взаимодействия фитофагов с лесом на всех уровнях, оценка повреждений ими древесных пород, а также совершенствование методов учета и прогнозирования являются одними из приоритетных направлений исследований во всем мире.

Дубовый блошак *Haltica saliceti* Ws. широко распространен в лесостепной и степной зоне России и поражает главным образом дуб черешчатый. Сильные повреждения кроне дуба наносят как взрослые особи, так и личинки в середине лета, питаясь паренхимой листа и скелетируя лист [6]. Лёт данных видов жуков достаточно продолжителен. После выхода из зимовки взрослые особи питаются листьями и откладывают яйца. Большинство авторов, изучавших дубового блошака, указывают на его развитие в течение года в одном поколении [7].

Нами показано, что в первой декаде июня степень повреждения дубовым блошаком листовой пластинки контрольных деревьев дуба, произрастающих на плакоре в пределах лесополосы №133 Каменной Степи, составляет в среднем 0,35% при максимальном значении этого показателя у отдельных особей, равном 2% (дерево №11). При этом частота встречаемости повреждений данным фитофагом составляет в среднем 1,25%. Степень повреждения листьев опытных деревьев, произрастающих на склоне, выше и составляет в среднем 1%. Средняя частота встречаемости повреждений у опытных деревьев выше таковой величины у контрольных деревьев и равна 1,7%. На втором этапе оценки (третья декада июля) отмечено, что степень повреждения дубовым блошаком возросла незначительно, либо осталась на уровне конца мая-начала июня у деревьев дуба обеих групп. Среди модельных деревьев дуба в Воронежской нагорной дубраве лишь одно дерево (№2, старовозрастное) оказалось в небольшой степени поврежденным дубовым блошаком: степень повреждения листовой пластинки составила 3%, а частота

встречаемости повреждений на данном дереве - 5%. Максимальная средняя степень повреждения данным фитофагом отмечена у выборки деревьев, произрастающих в дубраве Воронежского биосферного заповедника. Здесь степень повреждения листовой пластинки в среднем составила 2,86%, а средняя частота встречаемости - 8,29 % (рисунок 1).

а *б*

Рисунок 1 - Листья дуба черешчатого, произрастающего в Воронежском биосферном заповеднике: здоровые листья, не пораженные болезнями и вредителями (*а*); листья, повреждаемые дубовым блошаком *Haltica saliceti* (дата наблюдения 21.07. 2018 г.) (*б*)

В настоящий момент дубовый блошак является главным вредителем дуба черешчатого в лесостепной зоне. Однако методики ведения мониторинга за состоянием его популяций и биологические меры защиты от данного вредителя пока не разработаны.

Отмечено, что вспышки массового размножения энтомофагов сопряжены с засушливыми периодами, поэтому имеют достаточно цикличный характер. Энтомологическое обследование по степени повреждения пяденицей-обдирало *Erannis defoliaria* Cl. показало некоторые различия между насаждениями, расположенными в контрастных лесорастительных условиях лесостепной зоны. Так, на юге зоны в первой половине июня средняя степень повреждения этим фитофагом листьев контрольных деревьев, произрастающих на плакоре в пределах лесополосы №133 Каменной Степи, составляет 3,85%, а частота встречаемости - 6,9%. На склоне лесной полосы (литер в) данные показатели повреждения листьев ниже и составляют 2,21 и 4,53%, соответственно. В Воронежской нагорной дубраве средний показатель степени повреждения листовой пластинки еще ниже и составляет всего 1,33%, а частота встречаемости - 2,5%. Максимальный показатель частоты встречаемости повреждения выявлены у деревьев дуба в заповеднике - 15,7%, а степень повреждения в среднем составила 3,57%.

При повторном обследовании (третья декада июля) показано, что степень и частота повреждения листьев дуба пяденицей-обдирало осталась на уровне июня, либо стала незначительно выше. Отмеченная закономерность характерна для 2-х исследуемых объектов: Каменной Степи и Воронежского биосферного заповедника. В нагорной дубраве степень повреждения данным филлофагом резко возросла в среднем до 15%, а частота встречаемости - до 10%. Следует отметить, что модельные деревья Воронежской нагорной дубравы находятся в черте г. Воронеж (зона экологического неблагополучия), где повышен уровень CO_2 в атмосфере. Вследствие этого соотношения C/N в тканях дуба повышается, что, в свою очередь, является причиной снижения качества корма филлофагов, например, пяденицы-обдирало. Некоторые насекомые реагируют на это увеличением потребления листвы, таким образом, нанося более существенные повреждения деревьям. Кроме того, в результате повышения температуры изменяется сам механизм приспособления насекомых к локальному климату. В результате приводит к

более быстрому развитию личинок и их интенсивному питанию листьями кроны древесных пород [8].

Несмотря на слабое в целом повреждение древостоев дуба пяденицей-обдирало в лесостепной зоне, вред, наносимый данным вредителем очень высокий. В результате объедания листьев дуба снижается устойчивость деревьев к возбудителям различных заболеваний и неблагоприятному воздействию климатических факторов. Kaitaniemi [9] показано, что у лиственных древесных пород негативное влияние потребления листьев на состояние дерева наиболее существенно, когда дефолиация происходит весной, т. к. нутриенты, вложенные в рост и развитие кроны дерева, образуются из запасенных ранее веществ. При весенней дефолиации уменьшается фотосинтетическая поверхность листа, тем самым сокращая способность растения пополнять свои ресурсы. Это может привести к снижению роста растения в следующем году, а после нескольких повторных лет дефолиации - повышению риска гибели дерева из-за истощения ресурсов. Однако по данным Haukioja [10], согласно концепции о модулярной системе растений, реакция дерева на повреждение зависит от того, какая часть растения подвергается воздействию: источник или потребитель ресурсов. Например, почки, молодые листья и меристемы – это потребители, а взрослые листья – источники ресурсов для всего растительного организма. Поэтому равная величина изъятия листвы фитофагами, совершенно по-разному действующая на потребители и источники ресурсов у растений, может приводить к диаметрально противоположным результатам. В некоторых случаях возможно даже улучшение качества листвы в результате повреждения.

Последствия губительного действия болезней и вредителей дуба черешчатого состоят в снижении листовой поверхности деревьев, а, следовательно, и в снижении интенсивности фотосинтеза, кислородопродуктивности, а также уменьшении сомкнутости и полноты древостоев и снижении защитно-мелиоративных функций лесных полос с преобладанием дуба. Поэтому для сохранения дубовых насаждений необходим мониторинг размножения вредителей и болезней, прогнозирование их массового развития и применение своевременных и эффективных мер в борьбе с ними.

Список использованных источников:

1. Коломыц Э.Г., Сурова Н.А. Лесные экосистемы Самарской Луки в условиях предстоящего глобального потепления. Самарская Лука как модельная территория. Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. - 2010. - Т. 19, №3. - С. 25-74.

2. Семенов С.М., Ясюкевич В.В., Гельвер Е.С. Выявление климатогенных изменений. – М.: Издательский центр «Метеорология и гидрология», 2006. - 324 с.

3. Молчанов А.А. Воздействие антропогенных факторов на лес. - М.: Наука, 1978. - 136 с.

4. Царалунга В.В. Трагедия российских дубрав. Лесной журнал. - 2005. - №6. - С. 23-30.

5. Рубцов В.В., Уткина И.А. Модель уровня рефолиации крон дуба после повреждения филлофагами. Лесоведение. - 2007. - №6. - С. 93-100.

6. Гниненко Ю.И., Лянгузов М.Е. Дубовый блошак *Haltica quercetorum fougr*. в лесах Черноморского побережья Северного Кавказа. Актуальные проблемы лесного комплекса. - 2014. - №38. - С. 75-77.

7. Schnaider Z. Atlas uszkodzen drzew I krzewow, podowanych przez owady i pajenczaki. Panst. Wydaw. — Naukowe: Warszawa, 1976. - 303 s.

8. Battisti A. Forests and climate change – lessons from insects. Forestalia. - 2004. - Vol. 1. - P. 17-24.

9. Kaitaniemi P., Neuvonen S., Nyyssönen T. Effects of cumulative defoliations on growth, reproduction, and insect resistance in mountain birch. Ecology. - 1999. - Vol. 80, №2. - P. 524-532.

10. Haukioja E., Ruohomäki K., Senn J., Suomela J., Walls M. Consequences of herbivory in the mountain birch (*Betula pubescens* ssp. *tortuosa*): importance of the functional organization of the tree. Oecologia. - 1990. - Vol. 82, №2. - P. 238-247.

МУЛЬТИГЕНОМНАЯ ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ РАСКРЫВАЕТ БИОГЕОГРАФИЧЕСКУЮ ИСТОРИЮ РОДОВ ХВОЙНЫХ ДЕРЕВЬЕВ

Семериков В.Л., Семерикова С.А.
Институт экологии растений и животных УрО РАН, Россия semerikov@ipae.uran.ru

Исследования филогенетических взаимоотношений современных видов у нескольких таксономических групп хвойных – елей, пихт и сосен подрода Strobus выявили их американское происхождение и неоднократные миграции из Америки в Евразию, что выражается в наличии нескольких ветвей филогенетических деревьев, содержащих, как американские, так и евроазиатские виды. В то же время филогенетические реконструкции, проведенные с использованием митохондриальной ДНК (мтДНК), резко противоречили реконструкциям, использующим ядерный и хлоропластный геномы. Это связано с наследованием мтДНК у деревьев семейства Pinaceа по материнской линии, следствием чего является склонность к захвату чужой мтДНК при гибридизации родственных видов. Для видов пихт и для видов сосен секции Quinquefoliae характерно деление филогенетических деревьев мтДНК на две ветви, состоящие, одна - главным образом из американских видов и вторая – евроазиатских. Предположительно, такое деление отражает основное событие наиболее ранней миграции из Америки в Евразию. Следовательно, все последующие миграции сопровождались интрогрессивной гибридизацией новых американских вселенцев с аборигенными евроазиатскими видами, их вытеснением и захватом их мтДНК. Наиболее интригующим обстоятельством при этом является то, что азиатские виды, распространенные вблизи Берингова пролива, входят в «американскую» ветвь митохондриального дерева, т.е. после их проникновения из Америки они не успели «поменять» свою первоначальную, «американскую» мтДНК на ДНК азиатских видов. К сожалению, низкая изменчивость мтДНК обуславливает слабое разрешение филогенетических деревьев исследованных видов. Для изучения истории первоначального заселения Евразии предками современных видов пихт мы планируем анализировать значительно расширенный объем фрагментов мтДНК, используя результаты полногеномного секвенирования пихт сибирской и белой, а также лиственницы сибирской. Это даст возможность увеличить разрешение дерева мтДНК и оценить возраст возникновения основных географических групп пихт. Сопоставление ожидаемых результатов с результатами филогенетических и палеонтологических исследований других таксономических групп прольет свет на историю бореальных лесов и в целом на историю биосферы в кайнозое.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 19-04-00795.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХЛОРОПЛАСТНОЙ ДНК ЕВРОПЕЙСКИХ ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ПОРОД В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ АРЕАЛА

Семерикова С.А.[1], Семериков В.Л.[1], Исаков И.Ю.[2]
[1]Институт экологии растений и животных УрО РАН, Россия s.a.semerikova@ipae.uran.ru
[2]Воронежский государственный лесотехнический университет, Россия labgen@vglta.vrn.ru

Целью настоящего исследования являлось описание филогеографической структуры в восточной части распространения липы мелколистной *Tilia cordata* Mill., проверка гипотезы о восточном рефугиуме и выявление генетических связей *T. cordata* и *T. sibirica*. С помощью рестриктного анализа и секвенирования была изучена изменчивость пяти фрагментов хлоропластной ДНК (CDt, HKt, DT, K_1K_2 и *psb*J- *pet*A) в 29 популяциях липы, расположенных в европейской части России, Беларуси, на Украине, в Крыму, на Урале и в Сибири. Глубокая дивергенция шести выявленных гаплотипов и слабо поддержанная топология филогенетического дерева предположительно соответствует длительному существованию *T. cordata* в нескольких изолированных друг от друга областях западной Палеарктики. Два гаплотипа доминируют на Русской равнине, на Урале и в Сибири. Сопоставление с данными других авторов [1-2] показывает их отсутствие в Западной и Центральной Европе. Несколько гаплотипов, встреченных в западных регионах России, в Беларуси и Западной Украине, соответствуют ранее выявленным в Центральной Европе и в Карпатах. Предполагается, что такое распределение хлоропластной изменчивости обусловлено сохранением липы в рефугиумах на востоке ареала во время одного или нескольких последних ледниковых интервалов и расселением в позднеледниковье по Русской равнине. Сравнение структуры изменчивости хлоропластной ДНК [3] с результатами исследования *T. cordata* и *T. sibirica* на основе ядерных микросателлитов [4] позволяет предполагать, что вид, обитавший в плейстоцене на Урале и на Русской равнине, является липой сибирской, вытесненной позже европейской липой мелколистной и ныне обитающей только в Южной Сибири.

Исследование изменчивости фрагментов хлоропластной ДНК (ASq, CDq и TFq), а также хлоропластных микросателлитных локусов в 32 популяциях дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в Европейской России, на Урале и Кавказе выявило 10 гаплотипов, представляющих несколько дивергентных линий. В восточной части Русской равнины и на Урале распространены два гаплотипа, почти не представленные в западных регионах – северо-западе России, Беларуси, Польше, Западной Украине. Особенности географического распространения хлоропластных гаплотипов отражают историю послеледниковой колонизации дубом восточных областей ареала и, по-видимому, связаны с сохранением рефугиумов дуба черешчатого в Южном Приуралье.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект №18-04-01061а.

Список использованных источников:

1. Fineschi S., Salvini D., Taurchini D., Carnevale S., Vendramin G.G. Chloroplast DNA variation of *Tilia cordata*(Tiliaceae). Canadian Journal of Forest Research. – 2003. - Vol. 33. – P. 2503–2508.

2. Phuekvilai P. Relicts, refugia, and reticulation: a study of population history, hybrids and phylogeny in the long-lived flowering tree genus *Tilia*. Newcastle University. – 2014. Thesis… for the degree of Doctor of Philosophy. – 172 p.

3. Семерикова С.А., Исаков И.Ю., Семериков В.Л. Изменчивость хлоропластной ДНК отражает историю *Tilia cordata* s.l. в восточной части ареала. Генетика. *Принята в печать*.

4. Logan S.A., Chytry M., Wolff K. Genetic diversity and demographic history of the Siberian lime (*Tilia sibirica*). Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics. – 2018. - Vol. 33. – P. 9–17.

АДАПТАЦИЯ ПОЛУЧЕННЫХ *IN VITRO* РАСТЕНИЙ СИБИРКИ АЛТАЙСКОЙ К УСЛОВИЯМ ОТКРЫТОГО ГРУНТА

Серафимович М.В., Кириллов В.Ю., Стихарева Т.Н.
Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Казахстан masha_serafimovich@mail.ru

Сохранение биологического разнообразия редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений является одной из важнейших на сегодняшний день проблем во всем мире. Сибирка алтайская (*Sibiraea altaiensis* (Laxm.) Schneid.) – эндемик Горного Алтая и Джунгарского Алатау, один из архаичных видов рода, занесена в Красную Книгу Казахстана как редкий вид, численность которого сокращается вследствие хозяйственной деятельности в местах его обитания и интенсивного выпаса скота (гибнут всходы) [1]. В тоже время сибирка алтайская ценится за свои лечебные и декоративные качества, но ее размножение традиционными способами малоэффективно (низкая всхожесть семян – около 20%, слабое укоренение черенков).

Одной из наиболее перспективных технологий для поддержания и сохранения редких видов является микроклональное размножение, которое позволяет значительно увеличить коэффициент размножения растений, трудно или совсем не размножающихся вегетативно, или имеющих низкую семенную продуктивность [2-3]. Размножение *in vitro* являлось эффективным способом размножения сибирки алтайской [4]. Однако полученные *in vitro* растения не приспособлены к условиям окружающей среды, и при высадке их в открытый грунт необходим период адаптации. В связи с этим целью исследования являлось изучение особенностей адаптации размноженных *in vitro* растений сибирки алтайской к условиям открытого грунта.

Материалом для исследования служили растения-регенеранты сибирки алтайской, прошедшие двухмесячную адаптацию к почвенному субстрату (торф: песок: вермикулит – 1:1:1) в условиях лаборатории при освещенности 2-3 тыс. люкс, температуре 24±2°С и фотопериоде – 16/8 часов. Высадка растений-регенерантов (154 шт.) в открытый грунт осуществлялась в июне 2017 года после завершения последних заморозков и установления благоприятных погодных условий в школьное отделение дендрологического парка ТОО «КазНИИЛХА». В адаптационный период уход за растениями заключался в притенении от прямых солнечных лучей в течение 1,5 месяцев, периодических поливах и прополках сорняков.

Выявлено, что в первый месяц адаптации регенерантов сибирки алтайской в условиях открытого грунта наблюдался значительный выпад растительного материала (40,9%), и количество выживших растений составило 59,1% (таблица 1). Скорость роста регенерантов была медленной, что, однако является видовой особенностью сибирки алтайской [5]. Средняя высота растений в данный период имела показатель 2,46±0,09 см, при том, что в грунт первоначально высаживались растения 1,46±0,09 см высотой. Формирования стеблевых междоузлий у регенерантов не наблюдалось.

Таблица 1 – Морфометрические характеристики растений-регенерантов сибирки алтайской в первый год адаптации (2017 г.) в условиях открытого грунта

Период адаптации	Приживаемость, % (шт.)	Высота, см	Количество листьев, шт.	Количество междоузлий, шт.
1-ый месяц (08/VI-09/VII)	59,1 (91)	2,46±0,09	7,95±0,27	0
2-ой месяц (10/VII-09/VIII)	50,0 (77)	4,02±0,25	13,20±0,28	2,53±0,12
3-ий месяц (10/VIII-12/IX)	50,0 (77)	4,13±0,33	14,15±0,28	2,73±0,13

Во время второго месяца потери составили еще 9,1% растений,и соответственно адаптацию в открытом грунте прошло 50,0% регенерантов. Скорость роста сибирки алтайской в данный период была несколько выше, чем в первый месяц адаптации, растения в среднем достигали 4,02±0,25 см в высоту. Однако диапазон данного показателя

был очень широк, и высота побегов варьировала в пределах от 2,5 до 16,5 см, что являлось минимальным и максимальным значениями показателя соответственно. В тоже время по мере роста растений наблюдалось разделение побегов на междоузлия (2,53±0,12 шт.) и увеличение количества листьев (13,20±0,28 шт.).

В течение третьего месяца адаптации сибирки алтайской в открытом грунте не наблюдалось значительных изменений морфометрических показателей регенерантов, но в тоже время не происходило гибели растений, и показатель приживаемости оставался неизменным. Начиная с данного периода, у растений наблюдались расцвечивание листьев и последующий листопад, что указывало на завершение ими вегетации и перехода в состояние покоя.

Следует отметить, что все растения-регенеранты сибирки алтайской, несмотря на небольшие размеры, успешно перенесли зиму в открытом грунте без применения защитных и утепляющих материалов, что указывало на ее зимо- и морозостойкость.

Дальнейшие рост и развитие регенерантов проходили достаточно интенсивно: в 2018 году наблюдалось образование боковых побегов, высота растений составляла 44,18±3,37 см; в 2019 году растения в среднем выросли до 57,94±2,24 см, у 1/3 регенерантов наблюдалось цветение.

На рисунке 1 показаны растения-регенеранты сибирки алтайской в разный период адаптации к условиям открытого грунта в дендропарке ТОО «КазНИИЛХА».

Июнь 2017 г. Август 2017 г. Июль 2018 г. Июнь 2019 г.

Рисунок 1 – Адаптация растений-регенерантов сибирки алтайской к условиям открытого грунта

В результате проведенных исследований было установлено, что адаптацию к условиям открытого грунта в дендропарке ТОО «КазНИИЛХА» прошло 50,0% клонированных *in vitro* растений сибирки алтайской. Интенсивный рост в высоту и ветвление регенерантов наблюдались на второй год адаптации, цветение наступало на третий год их жизни в открытом грунте.

Список использованных источников:

1. Красная книга Казахстана. – Изд. 2-е, переработанное и дополненное. Том 2.: Растения (колл.авт.). – Астана: ТОО «АртPrint XXI», 2014. – 452 с.

2. Калинин Ф.Л., Кушнир Г.П., Сарнацкая В.В. Технология микроклонального размножения растений. – Киев: Наукова думка, 1992. – 232 с.

3. Smith R. Plant Tissue Culture. 3rd Edition.Techniques and Experiments. – Academic Press, 2012. – 208 p.

4. Kirillov V., SerafimovichM., Stikhareva T., MukanovB. *In vitro* micropropagation of ornamental rare species *Sibiraea altaiensis*: An endemic of Altai. International Journal of Agriculture & Biology. - 2019.– Vol. 21 (5). – P. 997–1003.

5. Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н. Древесные растения Азиаткой Росии. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2002. – 707 с.

КОЛЛЕКЦИИ ГИБРИДНЫХ ТОПОЛЕЙ СЕЛЕКЦИИ М.М. ВЕРЕСИНА В ВОРОНЕЖЕ

Сиволапов А.И.
Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, Россия
aleksey-sivolapov@yandex.ru

Крупнейшие изыскательские и практические работы по селекции тополя в Воронеже начаты М.М. Вересиным в послевоенные годы в лесотехническом институте. От 12 вариантов межвидовых скрещиваний тополей было получено более 10 тысяч гибридов и отобраны элитные экземпляры.

В Правобережном лесничестве Учебно-опытного лесничества ВГЛТУ (кв. 55), в условиях нагорной дубравы на темно-сером суглинке, из гибридных сеянцев тополя белого и осины М.М. Вересиным (1951-1952 гг.) была заложена двухрядная аллея с густым размещением саженцев в ряду (1 м) и широким расстоянием между рядами (10 м), а также небольшая роща в виде густой посадки лесного типа с размещением саженцев 1×1 м. В возрасте 45 лет два гибридных дерева (тополь белый × осина), по-нашему мнению из-за густой посадки, были поражены раком ствола и удалены при санитарной рубке. Показатели, характеризующие эти насаждения, приведены в таблице 1. Гибриды от обратных скрещиваний (осина × тополь белый) полностью выпали.

В таблице 1 показана динамика продуктивности гибридов в 20, 48 и 63 года. Считаем, что запас на 1 га несколько завышен, так как наблюдения ведутся на малой площади с небольшим числом деревьев. При обследовании состояния установлено, что на отдельных деревьях появились плодовые тела грибов, но древесина на высоте груди здоровая, что подтверждено при взятии кернов приростным буравом.

Таблица 1 - Характеристика гибридных тополей (тополь белый × осина) в аллейной и лесной посадке

Показатели	Значения показателей у деревьев тополя					
	в роще (размещение 1×1 м)			в аллее (размещение 1×10 м)		
Возраст, лет	20	48	63	21	49	64
Число стволов на 1 га, шт.	1833	750	450	556	528	320
Средний диаметр, см	19,0	41,4	49,9	26,4	47,8	56,4
Средняя высота, м	19,5	28,5	28,5	23,8	29,7	30,0
Запас на га, $м^3$	349	1564	1224	497	1575	1123
Средний годичный прирост, $м^3$/га	17,1	32,6	19,4	20,3	32,1	17,6

Эти посадки гибридных тополей по запасу стволовой древесины на 1 га превосходят запасы порослевых дубняков и осинников в таких же условиях местопроизрастания, по данным постоянных пробных площадей, в 3,4-4,1 раза. По сравнению с деревьями тополя белого, высаженными как контроль на части аллейной посадки, у гибридов более стройные и более полнодревесные стволы, более узкие кроны, не толстые сучья, то есть доминируют более хозяйственно ценные габитуальные признаки осины. Вместе с тем, по силе роста гибриды почти не уступают тополю белому: средний объем ствола у лучших гибридов, лишь на 8,2% меньше, чем у тополя белого, поэтому посадка лесного типа из гибридов может оказаться более продуктивной, чем посадка тополя белого.

Гибриды (тополь белый × осина) селекции М.М. Вересина можно встретить в детском парке Орленок на улице Мира, на Московском проспекте в сквере перед Коминтерновским кладбище, на ул. Шишкова.

Особое внимание оригинатора привлек гибрид элитный сеянец № 38 (Э.С.-38), полученный от скрещивания на срезанных ветвях. Материнский вид – тополь канадский

(*Populus deltoides* Marsh.); опылители - смесь пыльцы тополя белого (*P. alba* L.), осины (*P. tremula* L.) и тополя бальзамического (*P. balsamifera* L.). Этот тополь отличался и отличается в третьем вегетативном поколении соматическим и адаптивным гетерозисом.

Исследования С.И. Машкина и А.Д. Свиридовой (1974) показали, что в кариотипе гибридного тополя преобладают триплоидные клетки (2n=57) – 78,5%, диплоидные клетки (2n=38) составляли всего лишь 19,6% и тетраплоидные (2n=76) – 1,9%. Отмечено, что попадались также анеуплоидные клетки (2n=32, 48, 85 и др.). Местные клоны тополя канадского и бальзамического оказались диплоидными. Авторы дают объяснение этому явлению, так как тополь Э.С.-38 – аллотриплоид, то, по-видимому, гаплоидная яйцеклетка тополя канадского (n=19) оплодотворилась нередуцированным спермием тополя бальзамического (n=38). Затем в процессе онтогенеза произошло спонтанное нарушение митоза, следствием чего явилась миксоплоидия. Размеры пыльцевых зерен тополя Э.С.-38 варьируют от 16 до 52 микронов.

Разный уровень плоидности тканей является нормой для организмов. В меристематических тканях тополя одновременно присутствуют клетки разного уровня плоидности. Причиной миксоплоидии может быть явление соматической редукции хромосом, не разъединение, элиминация или удвоение хромосом, ассинхронное деление центромеры, аномальный митоз и т.п.

А.К. Буторина (1989) указывает, что степень жизнеспособности организмов при миксоплоидии будет определяться таким сочетанием клеток разного уровня плоидности и анеуплоидии, которое может обеспечить наиболее эффективную реализацию функции генов в конкретных условиях среды. А.И. Сиволапов (2000) отмечает, что уровень полиплоидизации тканей у одного и того дерева может меняться в зависимости от стадии онтогенеза и условий среды. Степень адаптивной ценности миксоплоидов определяется, по-видимому, соотношением клеток разной плоидности.

Тополь Э.С.-38 – аллотриплоид, в свою очередь, является миксоплоидом. В сухих, экстремальных для него почвенно-грунтовых условиях он выживает, по-видимому, из-за сокращения числа триплоидных клеток и увеличения диплоидных клеток. В Хоперском заповеднике на аллювиальных слоистых почвах в 1965 году создан сортоиспытательный участок тополей селекции С.П. Иванникова, А.С. Яблокова и М.М. Вересина. Спустя 10-12 лет, из-за почвенной засухи все сортообразцы погибли, и только частично, сохранился тополь Э.С.-38, на наш взгляд, за счет изменения уровня плоидности. Этот триплоидный тополь сохранился и в озеленительных посадках у конторы заповедника и гостиницы на легких песчаных почвах. Аллея тополя около гостиницы в летние сухие месяцы была под поливом. Однако в этих условиях хорошие результаты по росту и устойчивости показывает, пожалуй, только сосна обыкновенная. Тополь дает высокую продуктивность на богатых влажных почвах. В пойме Волги (г. Астрахань) в первые годы этот тополь дает прирост до 5 м за сезон. Тополь Э.С.-38 – гордость воронежских ученых-селекционеров ВГЛТУ, в четвертом и пятом вегетативном поколении он произрастает в Семилукском питомнике, на ул. Морозова, ул. Тимирязева, г. Боброве, с. Хреновое, г. Новосибирске, г. Санкт-Петербурге и др. районах.

За годы перестройки часть опытных объектов, заложенных М.М. Вересиным, утрачена.

Таким образом, изучение гибридов тополей селекции М.М. Вересина проводится в испытательных культурах Воронежской области. Сохранившиеся гибриды тополь белый × осина и Э.С.-38 отличаются высокой продуктивностью и устойчивостью.

ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА РОСТ ХВОИ ИНТРОДУЦЕНТОВ ВИДОВ И ФОРМ РОДА ЕЛЬ (PICEA L.) В УСЛОВИЯХ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ «ОБЛАСТНОЙ ДЕНДРОЛОГИЧЕСКИЙ САД ИМЕНИ Г.И. ГЕНЗЕ»

Скосырева И.Г., Григорьев А.И.
Омский педагогический государственный университет, Россия ilonaskos@gmail.com

Экологическое влияние хвойных деревьев в городской среде неоценимо. Оздоровительные свойства ставят на первое место эти виды для озеленения города - выделение фитонцидов, которые способствуют снижению количества вирусов в атмосферном воздухе, а также участвуют в ионизации атмосферы и детоксикации промышленных газов, способствуют оседанию пыли, могут тормозить или стимулировать рост и развитие растений, фито- и зоопатогенных бактерий, повышают иммунологическую реактивность организма [1]. Одни из самых распространенных методов изучения растений, в нашем случае, хвойные породы (виды и формы рода ель, интродуцированные на территории памятника природы регионального значения «Областной дендрологический сад имени Г.И. Гензе») – объекты биоиндикации количественного химического анализа. Тяжелые металлы (ТМ) отличаются высокой токсичностью для всех живых организмов [2]. Поступающие загрязнения из воздушной среды в почвенный покров и водоемы аккумулируются и включаются в трофические цепи в различные компоненты биоты [3]. Поскольку поглощение ТМ растениями происходит одновременно с поступлением биогенных веществ через корневую систему и, особенно в случае, менее подвижных ионов, непосредственно через листья и хвою, фотосинтезирующие органы растений являются активными их накопителями [4]. Таким образом, исследование накопления тяжелых металлов в хвое видов и форм за 2015 год выявит влияние на ее рост и развитие. Проведены также исследования на выявление хлорозов и некрозов хвои.

Целью наших исследований являлось изучение накопления тяжелых металлов (мг/кг абсолютно сухого веса) в процессе роста хвои интродуцентов - видов рода ель и их форм, а также рассмотреть зависимость их влияния на степень разрушения хвои некрозами.

Исследования и отбор хвои проводились в городе Омске на территории памятника природы регионального значения «Областной дендрологический сад имени Герберта Ивановича Гензе». Фенологические наблюдения, отбор хвои видов и форм ели проводились по методике А.А. Молчанова, В.В. Смирнова [5] в летний период 2015 года. Непосредственно для анализа на тяжелые металлы отбор хвои проводился по руководству по методам и критериям согласованного отбора проб, оценки, мониторинга и анализа влияния загрязнения воздуха на леса [6]. Хвоя для анализа тяжелых металлов была отобрана в декабре 2015 года, выборка хвои за 2015 год. Для исследования разрушения хвои хлорозами и некрозами мы отобрали хвою за семь лет (с 2009 по 2015 года). Анализ образцов хвои на содержание тяжелых металлов проводился на базе Федерального Государственного Бюджетного Учреждения «Центр Агрохимической службы «Омский». Исследование хлорозов и некрозов хвои проводилось по методике экологического мониторинга «Хлорозы и некрозы деревьев» [7]. В нашем исследовании было рассмотрено накопление кадмия, свинца и меди в ели сибирской форма зеленая, ели сибирской форма голубая, ели сибирской форма змеевидная, ели европейской форма зеленая, ели колючей форма зеленая, ели колючей форма сизая, ели колючей форма голубая, ели колючей форма золотистая, ели канадский и ели сербской.

Тяжелые металлы, накапливаясь в тканях, оказывают на растение негативное влияние. Для хвои ели, в первую очередь, это развитие хлорозов хвои, а в дальнейшем, некрозов – омертвление участка тканей растений. В своем исследовании авторы Тарханов С.Н., Бирюков С.Ю. [8] отмечают, что у ели в насаждениях симптомы существенного поражения хвои начинают проявляться позднее, с трехлетнего возраста, а по мере ее

старения наблюдаются усиление повреждения и более интенсивный опад. В нашем случае, мы рассмотрели разрушение хвои некрозами интродуцированных видов ели и их форм за семь лет и выявили, что действительно на 3 год (2013 год) поражение хвои значительно выше, чем в 2014 и 2015 годах. В 2013 году порядка 25% разрушения хвои зафиксированы у ели колючей форма золотистая и форма зеленая, у других видов и их форм показатели не превышают 10%.

Ель колючая форма золотистая наиболее подвержена хлорозам и некрозам, в 2010 году среднее значение разрушения поверхности хвои - 60%, в этом же году у ели сербской также наблюдается максимальное значение 61%. Стоит отметить, что такая тенденция не наблюдается у всех видов и форм, их показатели не превышают 10%. По всем видам елей и их формам наблюдается увеличение процента разрушения поверхности хвои хлорозами и некрозами от 2015 года к 2009 году. Наиболее устойчивым видом является ель сибирская форма зеленая – не более 1% отмечено за все года и ель колючая форма сизая (не более 4,5% наблюдалось хлорозов и некрозов). Наименее устойчивы к повреждениям ель колючая форма золотистая, ель сербская, ель канадская, ель колючая форма зеленая. Помимо общей тенденции к увеличению площади разрушений хвои хлорозами и некрозами к третьему году жизни хвои и далее, что присутствуют общие минимумы в 2012 году, где у ели колючей формы золотистой резкое снижение процента повреждений хвои (10%), у остальных видов ели и их форм не выше 7% хлорозов и некрозов на поверхности хвои.

Свинец характеризуется широким спектром вызываемых им токсических эффектов на различных представителей биоты, аэральный путь загрязнения для которого является преобладающим для зеленых частей растений [4]. По накоплению свинца лидируют ель европейская форма зеленая (5,4 мг/кг) и ель колючая форма сизая (5,52 мг/кг). Наименьшее содержание свинца обнаружено у ели канадской и ели колючей формы зеленой. Отметим, что дендрологический сад находится в непосредственной близости к основной автомагистрали города, что негативно сказывается на зеленых насаждениях, а в нашем случае, виды ели и их формы - это декоративные растения, где высокое содержание тяжелых металлов сказывается на обменных процессах и в целом на эстетическом виде хвои.

У ели европейской формы зеленой по накоплению кадмия максимальное значение – 0,26 мг/кг. У остальных видов ели и их форм значения практически одинаковые и не превышают 1,9 мг/кг. Атмосферный кадмий накапливается в растениях до 60% от общего количества его накопления в растениях, что является актуальным в условиях повышенной автотранспортной нагрузки в районе исследования. Содержание меди в корнеобитаемом слое почвы существенно понижено по сравнению с фоновым, можно сделать предположение о значительном вкладе аэрозольной составляющей в поступления меди в хвою ели [4]. Максимальное накопление меди наблюдается у ели сибирской форма зеленая (3,74 мг/кг) и у ели колючей форма золотистая (3,96 мг/кг).

Анализ на тяжелые металлы был проведен в 2015 году, нарушение хвои тоже учитывались за этот год. Наиболее существенные повреждения хлорозами и некрозами выявляются на 3 год. На общем фоне явно выделяется ель колючая форма золотистая (10% разрушения хвои хлорозами и некрозами), а показатели тяжелых металлов не высокие. Небольшое нарушение хвои наблюдается у ели колючей форма голубая и форма сизая, а также ели канадской. Был проведен корреляционный анализ между процентными повреждениями хвои и накоплением тяжелых металлов, в результате чего выявлена слабая корреляционная зависимость. Также было рассмотрено влияние тяжелых металлов на рост хвои интродуцированных видов елей и их форм. У ели европейской формы зеленая показатели роста хвои достаточно низкие (1,59 см), а показатели накопления свинца и меди выше 5 мг/кг, чем у всех других интродуцентов. Безусловно, накопление тяжелых металлов негативно сказывается на росте хвои интродуцированных видов елей и их форм, но отмечается, что у ели колючей формы сизой при высоком накоплении свинца

(выше 5 мг/кг) рост хвои достаточно высокий (2,07 см). Низкий рост хвои наблюдается у ели европейской формы змеевидной (1,41 см) и ели канадской (1,24 см), что обусловлено видовыми особенности морфологического строения. Существенное влияние на сохранность и качество хвои оказывает накопление в ней тяжелых металлов. Негативное воздействие кадмия, меди и цинка на хвою видов ели и их форм установлено, где основным негативным фактором является близость к источнику загрязнения – автомагистрали.

Список использованных источников:

1. Сидоркина З.И., Макаревич Р.А. Оценка состояния и возможностей восстановления аборигенных видов хвойных в городском ландшафте г. Владивостока. Псковский регионологический журнал. - 2015. - №23. – С .51-58.

2. Титов А.Ф., Казнина Н.М., Таланова В.В. Тяжелые металлы и растения. - Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2014. – 194 с.

3. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растения. – Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.

4. Винокурова Р.И., Денисова О.Н. Влияние автодороги на содержание некоторых тяжелых металлов в хвое ели обыкновенной. Вестник МарГТУ. - 2008. - №3. - С. 75-81.

5. Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика изучения прироста древесных растений. – М.: Наука, 1967. – 100 с.

6. Руководство по методам и критериям согласованного отбора проб, оценки, мониторинга и анализа влияния загрязнения воздуха на леса. Часть IV. Отбор проб и анализ хвои и листвы. / Экономическая комиссия Объединенных Наций для Европы. Конвенция о широкомасштабном трансграничном загрязнении воздуха. Международная совместная программа по оценке и мониторингу влияния загрязнения воздуха на леса, 2000. – 38 с.

7. Методика. Экологический мониторинг. Хлорозы и некрозы деревьев. Экологические тесты для общественного экологического мониторинга. – Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1998.

8. Тарханов С.Н., Бирюков С.Ю. Определение влияния атмосферного загрязнения на морфометрические показатели и состояние ассимиляционного аппарата сосны и ели в бассейне Северной Двины. Сибирский экологический журнал. - 2012. - №3 - С. 407-414.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ УКРАИНСКОГО РАСТОЧЬЯ

Скробала В.М.
Национальный лесотехнический университет Украины, Украина, skrobala@ukr.net

Украинское Расточье – суженная холмистая гряда 15–20 километров шириной и до 400 метров высотой, изрезанная широкими заболоченными долинами рек, которая тянется в направлении от Львова на северо-запад к Польше. Своеобразное географическое положение Расточья на границе с Карпатами, Полесьем и Подольем, на линии Главного Европейского водораздела наложило свой отпечаток на разнообразие почвенных условий и растительности региона [1].

Вследствие проведения осушительной мелиорации и ухудшения погодно-климатических условий в результате глобального потепления многие лесные фитоценозы оказались под угрозой исчезновения. Прогнозирование динамических тенденций, охрана и восстановление природных фитоценозов не возможны без учета их взаимосвязей с экологическими условиями.

Закономерности формирования лесных экосистем Украинского Расточья изучали путем установления систематических взаимосвязей между экологическими параметрами на основе фитоиндикационной оценки условий произрастания 227 растительных сообществ по девяти параметрам: Tm – термический режим, Kn – континентальность климата, Om – омброклимат, Cr – криоклимат, Hd – влажность почвы, Tr – содержание солей, Rc – кислотность почвы, Nt – минеральный азот, Lc – режим освещенности-затенения [2]. Кроме собственных описаний, использовали также данные литературных источников [1, 3]. Каждое растительное сообщество можно представить в виде точки в многомерном пространстве признаков, координаты которой соответствуют значениям параметров экологических режимов [4]. В этом случае сходство фитоценозов по совокупности экологических параметров можно определить на основе расстояний между точками. Суть дальнейшей математической процедуры заключается в выделении осей максимального варьирования растительности, определении их количества, оценке вклада каждого экологического параметра в варьирование на основе анализа главных компонент.

Основная закономерность формирования местообитаний лесной растительности Расточья заключается в такой структуре взаимосвязей между экологическими параметрами: с увеличением показателей температурного режима и криорежима (зимних температур) уменьшаются показатели увлажненности климата, влагообеспеченности почвы, увеличиваются параметры содержания солей и азота, pH почвы (рисунок 1). Между влагообеспеченностью почвы и содержанием азота наблюдается отрицательная связь. Увеличение содержания влаги и кислотности почвы с одновременным уменьшением содержания азота и минеральных солей служат экологическим эквивалентом уменьшения показателей термического режима. В связи с этим в условиях Украинского Расточья встречаются лесные болота и заболоченные леса, характерные для более северных регионов. На типологической схеме (рисунок 2) они расположены на периферии экологического пространства. Эти фитоценозы наиболее чувствительны к глобальному потеплению и осушительной мелиорации.

Вторая главная компонента отображает положительную корреляцию влагообеспеченности почвы и содержания азота, когда увеличение содержания влаги способствует увеличению плодородия почвы (рисунок 1). Примером такой корреляции эдафических факторов служит эколого-фитоценотический ряд от ксерофильных лишайниковых сосняков ассоциации Cladonio - Pinetum к кустарниковым ивовым сообществам Salicetum pentandro - cinereae и сфагновым черноольховым лесам Sphagno squarrosi - Alnetum (рисунок 2). Sphagno squarrosi - Alnetum – одна из самых распространенных ассоциаций пойменных лесов в прошлом до проведения осушительных работ.

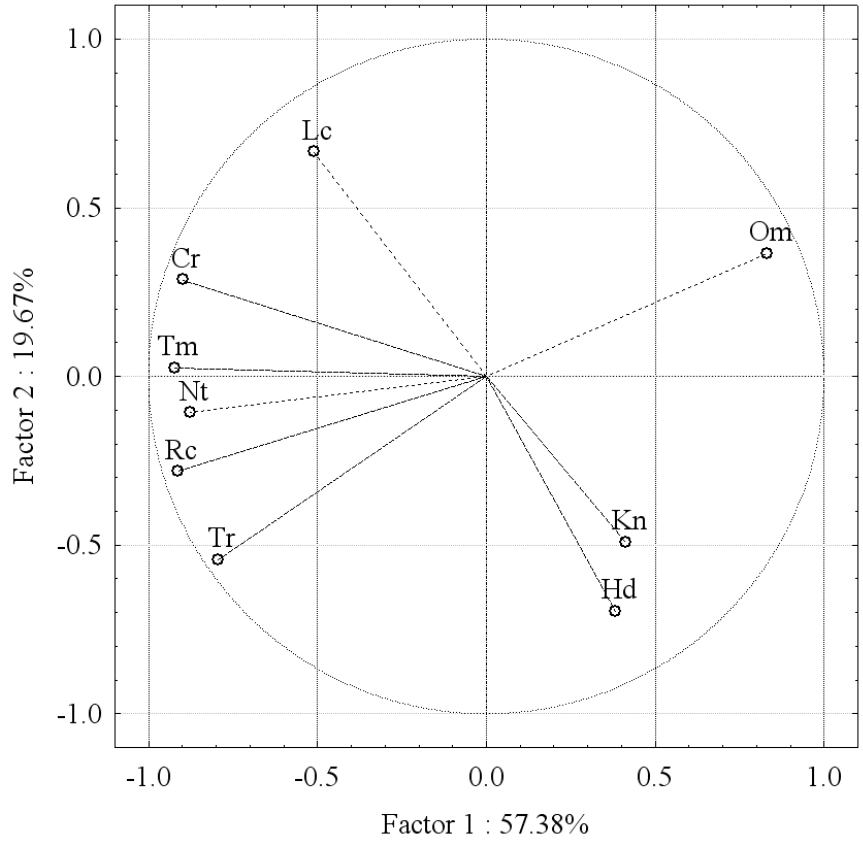


Рисунок 1 - Система взаимосвязей между экологическими параметрами условий произрастания лесной растительности Украинского Расточья:
Условные обозначения: Tm – термический режим, Kn – континентальность климата, Om – омброклимат, Cr – криоклимат, Hd – влажность почвы, Tr – содержание солей, Rc – кислотность почвы, Nt – минеральный азот, Lc – режим освещенности-затенения, $Factor_{1,2}$ – комплексные градиенты среды.

В богатых местопроизрастаниях четко можно выделить эколого-фитоценотический ряд черноольховых лесов: Stellario nemorum - Alnetum glutinosae → Fraxino - Alnetum → Ribeso nigri - Alnetum → Sphagno squarrosi - Alnetum. Stellario nemorum - Alnetum glutinosae занимает подножия холмов, вторую или третью прирусловые террасы. Вдоль потоков и рек на богатых почвах формируется ассоциация Fraxino - Alnetum. Ribeso nigri - Alnetum формируется в пониженных местах с постоянной заболоченностью и слабым поверхностным стоком [2].

Распространение хвойных лесов с доминированием *Pinus sylvestris* в Украинском Расточье связано с наличием отложений водно-ледникового происхождения. Дифференциация сосновых лесов обусловлена орографическими факторами, глубиной залегания грунтовых вод. По мере увеличения влажности почвы здесь можно выделить такой эколого-фитоценотический ряд (рисунок 2): Cladonio - Pinetum, Festuco ovinae - Pinetum → Leucobryo - Pinetum, Peucedano - Pinetum → Molinio (caeruleae) - Pinetum, Vaccinio uliginosi - Betuletum pubescentis → Vaccinio uliginosi - Pinetum → Ledo - Sphagnetum magellanici. Cladonio - Pinetum объединяет самые бедные и наиболее ксероморфные сообщества сосны. Сырые боры Molinio - Pinetum занимают пониженные участки в долинах рек с бедными песчаными почвами и высоким уровнем грунтовых вод. Ассоциация Vaccinio uliginosi - Pinetum объединяет заболоченные сосновые леса со значительным покрытием сфагновых мхов. Такие ценозы часто образуются на месте болотной ассоциации Ledo - Sphagnetum magellanici. В условиях сырых суборей создаются условия для формирования пушисто-березовых лесов ассоциации Vaccinio uliginosi - Betuletum pubescentis [2].

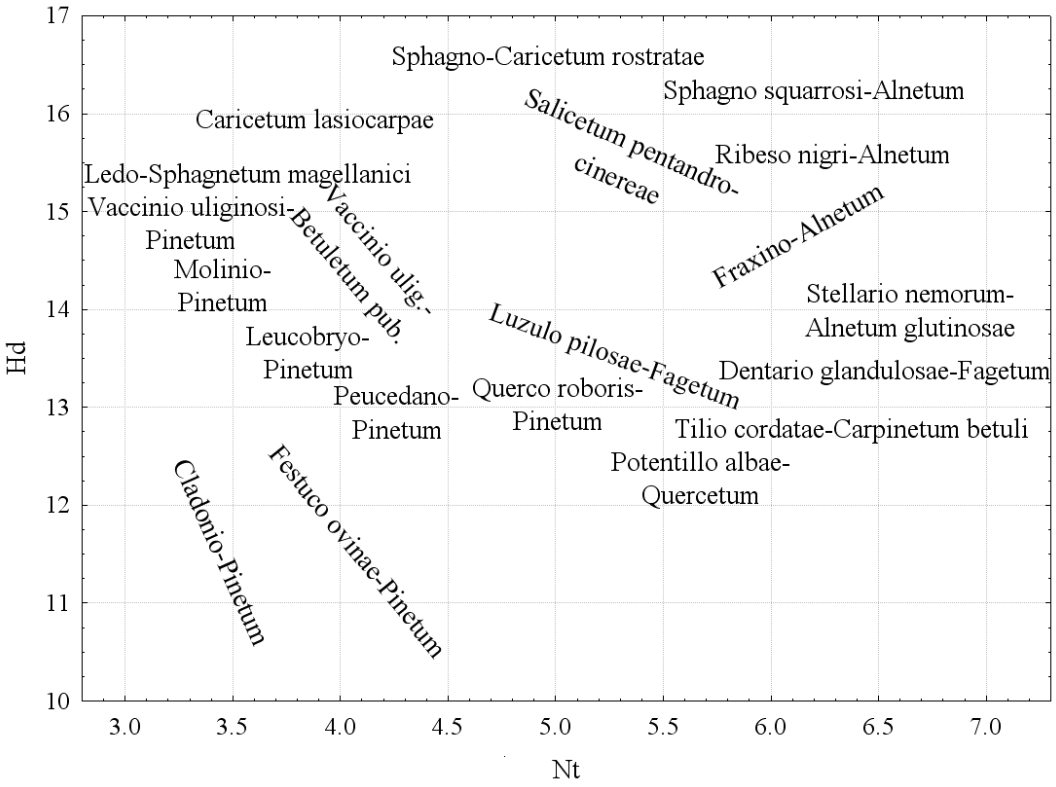


Рисунок 2 - Типологическая схема лесной растительности Украинского Расточья. Условные обозначения: Nt – содержание азота, баллы; Hd – содержание влаги, баллы.

Среди ассоциаций лесной растительности особого внимания заслуживают сосново-буковые леса. Ацидофильные сосново-буковые леса естественного происхождения относятся к ассоциации Luzulo pilosae - Fagetum. Они формируются в свежих и влажных типах леса на бедных кислых почвах, на нижних и средних частях склонов северной и северо-западной экспозиции [1]. На типологической схеме они расположены на границе между хвойными и лиственными лесами.

На роль конечной стадии динамичного развития практически всех синтаксонов лиственных лесов претендует ассоциация Tilio cordatae - Carpinetum betuli [1]. Фитоценозы этой ассоциации характеризуются стабильностью и способностью к быстрой регенерации. К наименее измененным можно отнести также ассоциации буковых лесов Dentario glandulosae - Fagetum [1].

Эколого-флористическая классификация лесной растительности Украинского Расточья характеризуется высокой информативностью. Конструирование на ее основе типологической схемы позволяет трактовать фитоценологическую информацию в категориях направления и расстояния в многомерном пространстве признаков экологических факторов, решая вопросы динамики растительного покрова, взаимосвязей различных типов растительности и экологического прогнозирования.

Список использованных источников:

1. Сорока М.І. Рослинність Українського Розточчя. - Львів: Світ, 2008. – 434 с.

2. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических факторов в подзоне хвойно–широколиственных лесов. - М.: Наука, 1983. - 198 с.

3. Ткачик В.П. Рослинність заповідника «Розточчя»: класифікація методом Браун-Бланке. - Львів: НТШ, 1998. - 198 с.

4. Дюк В., Самойленко А. Data Mining: учебный курс. - СПб: Питер, 2001. – 368 с.

ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОПРЕПАРАТОВ

Сова А.Р.
Обособленное подразделение Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Боярская лесная опытная станция», Украина
anton1sova@gmail.com

Среди приоритетных задач, стоящих перед лесным хозяйством Украины, следует отметить повышение биологической устойчивости и продуктивности лесов, на основе использования новейших технологий лесовосстановления, не наносящих вреда окружающей среде и содействующих сохранению лесных экосистем. Одна из них предусматривает использование биологически активных препаратов для создания новых насаждений. В середине прошлого века появились работы, посвященные исследованию влияния биологически активных препаратов на рост и развитие растений, в том числе искусственных хвойных насаждений с обоснованием механизма их действия [1].

Выращивание высокопродуктивных насаждений с использованием биопрепаратов может и должно иметь место при создании высококачественных лесных культур. Для решения поставленных задач возрастает потребность в разработке и внедрении прогрессивных технологий для интенсивного выращивания высококачественного посадочного материала лесных древесных растений. Внедрение биологически активных препаратов позволит существенно усовершенствовать технологии выращивания высокопродуктивных и биологически устойчивых насаждений [2].

Применение биопрепаратов для выращивания сеянцев сосны обыкновенной проводилось на базе Обособленного подразделения Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Боярская лесная опытная станция» (далее – ОП НУБиП Украины «Боярская ЛОС»), которая является одним из научных центров по изучению актуальных вопросов лесовосстановления. Выращенные сеянцы, были высажены на лесокультурную площадь весной 2019 года. Параллельно, с высаживанием сеянцев, проводили посев семян сосны обыкновенной, обработанных биопрепаратами, как на лесокультурной площади, так и в тепличном комплексе. При проведении исследований использовали семена, собранные на клоновой плантации Плисецкого лесничества ОП НУБиП Украины «Боярская ЛОС». Перед посевом последние замачивали на 12 часов в воде (контроль) и водных растворах биопрепаратов: Риверм, Здоровье, Корнерост и Жидкое комплексное удобрение. Норма высева семян 2 класса качества составляла 120 шт. на 1 п. м. посевной борозды.

В 2018 году в тепличном комплексе наряду с обработкой семян различными видами биопрепаратов с использованием различных методов внесения, также выполняли внекорневую подкормку всходов в течение вегетационного периода. Внекорневые подкормки саженцев выполнялись 3-4 раза за вегетационный период. Прирост побегов сосны по высоте достигал максимального значения в конце мая - начале июня. После спада прироста побегов начинается рост хвои по длине, кульминация которого наступает в конце июня, после чего начинается интенсивный прирост побегов по диаметру и продолжается до конца июля. Таким образом, прослеживается очередность роста отдельных органов, что обеспечивается распределением воды и питательных веществ между процессами роста и развития в период вегетации. Учитывая особенности роста отдельных органов сеянцев, была осуществлена их внекорневая подкормка в соответствии с фенологическим наблюдением.

Исследования проводили с использованием методов сравнительного анализа и оценки реакции сеянцев сосны обыкновенной на применение различных технологических приемов при лесовосстановлении. В конце вегетационного периода в каждом варианте опытов замеряли высоту надземной части сеянцев, длину корневой системы, количество

хвоинок (таблица 1), а также показатели фитомассы, в частности надземной части сеянца, подземной части сеянца и хвои.

Таблица 1 – Влияние биопрепаратов на биометрические показатели однолетних сеянцев сосны обыкновенной, выращенных в тепличном комплексе Боярского лесничества ОП НУБиП Украины «Боярская ЛОС»

Препарат	Количество сеянцев, шт.	Показатели					
		высота, см		длина корней, см		количество хвоинок, шт.	
		M±m	%	M±m	%	M±m	%
Контроль	200	10,52±0,06	100	11,72±0,07	100	94,1±1,0	100
Риверм	200	12,21±0,11	116	13,81±0,13	118	103,4±1,3	110
Здоровье	200	11,42±0,09	109	12,52±0,11	107	91,1±1,1	97
Корнерост	200	9,61±0,07	91	10,31±0,09	88	76,2±0,8	81
Комплексное удобрение	200	9,4±0,09	90	12,7±0,1	109	87,2±1,3	93

Так, в вариантах с использованием препаратов Риверм и Здоровье отмечается увеличение высоты сеянцев на 9–16%, длины корней – на 9–18%. С Жидким комплексным удобрением отмечается только увеличение длины корней на 8–9%.

При использовании Корнероста отмечается уменьшение приведенных показателей на 9–12%. Использование Риверма способствовало увеличению количества хвоинок на 10% относительно контроля, а в вариантах со Здоровьем, Корнеростом и Жидким комплексным удобрением отмеченный показатель существенно не изменился. Анализ полученных результатов свидетельствует о положительном влиянии использованных препаратов на биометрические показатели растений.

В настоящее время систематически проводится мониторинг и сбор экспериментальных данных, которые будут основой для оценки эффективности использования биопрепаратов при воспроизведении искусственных сосновых насаждений Киевского Полесья Украины.

Список использованных источников:

1. Муромцева Г.С. Регуляторы роста растений. - Москва: Колос, 1979. - 211 с.

2. Гузь М.М. Современное состояние и перспективы интенсификации выращивания лесного посадочного материала. Вестник НЛТУ Украины: сб. научно-техн. трудов. - Львов: РВВ НЛТУ Украины. - 2008. - Вып. 18. - С. 84-92.

«ТАРБАҒАТАЙ» МЕМЛЕКЕТТІК ҰЛТТЫҚ ТАБИҒИ ПАРКІ АУМАҒЫНДАҒЫ ФАУНАҒА АНТРОПОГЕНДІК ФАКТОРДЫҢ ӘСЕРІ

Советбаева Ж.А.
«Тарбағатай» мемлекеттік ұлттық табиғи паркі, Қазақстан tarbaga18@bk.ru

Ерекше қорғалатын табиғи аумақтарға антропогендік фактордың әсері шаруашылығы шектеулі аймақтар мен шаруа қожалықтарының аумақтарының шектесіп жатуымен байланысты. Қорғау аймақтарындағы табиғи кешендерді сақталуына шаруа қожалықтарындағы мал басы мен тұрмыстық қалдықтарының әсері зор.

Антропогендік әсер – ерекше қорғалатын табиғи аумақтардағы жүргізілетін жұмыстардың тиімділін анықтайтын тұрақты фактор.

Ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың табиғи кешендеріне антропогендік әсері – көршілес аумақтардағы шаруашылық қызметімен, сондай-ақ аумақтардың ұйымдастырушылық, шаруашылық және қорғалған режимдері арқылы туындайды. Әсер етудің сыртқы көздері: өнеркәсіп; ауыл шаруашылығы, аң аулау және орман шаруашылығы; көлік және т. б. Экожүйенің төмендеуіне рекреация, ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың күзет инфрақұрылымының әсері, қасақылық, мал жаю және т. б. әсер етеді. Антропогендік әсері мен салдары қорғалатын аумақтың статусына, көлеміне, табиғи кешендердің сақталуына байланысты.

Ұлттық парктің аумағындағы фаунаның биологиялық алуантүрлілігі көрсеткіші өте жоғары. Жануарлар әлемінің 376-сы омыртқалы жануарлар. Соның ішінде балықтың 19 түрі, қосмекенділердің 2 түрі, бауырымен жоғарылаушылардың 23 түрі, құстардың 272 түрі, сүтқоректілердің 60 түрі мекен етеді. Сирек кездесетін жануарлардан сүтқоректілердің 6 түрі, құстардың 33 түрі (ұялайтындар), бауырымен жорғалаушылардың 1 түрі жатады.

«Тарбағатай» мемлекеттік ұлттық табиғи парк аумағы 6 кластерлік аймаққа бөлінеді:

1. «Тарбағатай таулары» - 117 384,1 га;
2. «Қарабас таулары» - 8 475,2 га;
3. «Арқалы таулары» - 15 634,2 га;
4. «Үржар өз. аңғары» - 447 га;
5. «Қатынсу өз. аңғары» - 960 га;
6. «Еміл өз. аңғары» - 650 га.

Күзетілетін учаскелер фаунасының жай-күйін сипаттай отырып, Тарбағатайдың оңтүстік-батыс беткейлері мен су айырықтарының табиғаты неғұрлым сақталғанын атап өткен жөн. Әсіресе, жотаның биік таулы және қол жетімділігі қиын бөлігінің жануарлар әлемі өзгеріске ұшырай қоймаған, онда альпілік экожүйелер жақсы сақталған, іс жүзінде адамның шаруашылық қызметімен тиісілмеген. Негізгі антропогендік жүктемелер негізінен шатқалдар мен өзендердің жайылмаларынан байқауға болады. Дегенмен, көптеген жерлерде сібір елігін, маралды, аюды, борсықты, тас сусары, құр және т. б. қоса алғанда, жануарлардың негізгі түрлерінің жоғары саны сақталуда. Арқардың негізгі мекен ету орны Тастау тауы болып табылады, деректер бойынша мұнда оның саны 100 басқа жетеді. Заңсыз аңшылық салдарынан зардап шеккендер Алтай суырының қолжетімді популяциясы болып табылады. Жергілікті тұрғындар елік, маралдар, бұлан, арқарлар, аюлар, борсықтар және басқа да кәсіпшілік жануарларға қасақылық аң аулауды жалғастыруда.

Сирек кездесетін арқардың мекенететін маңызды ошағы болып табылатын Арқалы мен Қарабас таулары XX ғасырдың екінші жартысында мал шаруашылығының дамуының кесірінен көп мөлшерде саны азайған. 1995-2005 жылдары жекешелендіруге байланысты осы таулардың экожүйелері қайта қалыптаса бастаған. Арқалы мен Қарабас арасындағы дала алқабында қоныс аударатын дуадақтың шоғырлануының жазғы-күзгі ошағы қалыптасты,оның саны соңғы жылдары 100-130 дараққа дейін өскен. Қарабас тауларындағы арқардың саны 20-30 дарақ шегінде сақталған, бірақ қазіргі уақыттасаны

100 басқа дейін өсті. Сонымен қатар Қарабас тауларында бұрын қатты жойылып кеткен Алтай суырының популяциясын қалпына келтіру үрдісі байқалады. Алайда бұл жерлерде жергілікті халықтың заңсыз аң аулауы арқарға, суырға, ителгінің популяциясына қатты әсер еткенін байқауға болады.

Статистикалық мәліметтерге сүйенсек, «Тарбағатай» Мемлекеттік ұлттық табиғи парк аумағында ерекше қорғалатын табиғи аумақтарға келесідегідей антропогендік фактор әсер етеді:

–Демалу мақсатында ерекше қорғалатын табиғи аумаққа заңсыз кіру;

–Өрттер;

–Қасақылық (балық аулау, аңшылық);

–Мал жаю;

–Шөп шабу;

–Суармалы егіншілік;

–Рұқсатсыз кесу;

–Қызыл кітапқа кірген жоюылып кету қаупі бар және дәрілік өсімдіктерді жинау.

Ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың экожүйелерінің жай-күйіне жанама әсер ететін бірқатар антропогендік факторларды атап өтуге болады:

–Қоршаған ортаны ластау (тұрмыстық қоқыс қалдықтары);

–Өзен ағыстарын реттеу.

Заңсыз аң аулау - аң аулау, балық аулау және басқа да заңды талаптарды бұза отырып жабайы жануарларды өнімін өндіру немесе жою «Тарбағатай» МҰТП аумағынан тыс жерде тұрақты мекен ететін жануарлар популяциясының бөлігі ғана емес, сонымен қатар шеткі және оның кейбір ішкі аймақтарын да бұзды. Заңсыз аңшылықтың негізгі нысандары жек дуадақ, дала қыраны және т. б. жыртқыш құстар, елік, аю, қабан, қоян, арқар, марал болып табылады.

Табиғи кешендер мен объектілердің қорғау бөлімінің мәліметі бойынша ерекше қорғалатын табиғи аумақтарда экологиялық құқық бұзушылық пен қылмыстардың бір жылдық динамикасын қарастырсақ 2018 жылы (шілде айынан бастап) – құқық бұзушылықтар байқалған.

Соның ішінде өрт қауіпсіздігін сақтамау - 1, рұқсаттама қағазынсыз аумаққа кіру - 24,– тіркелген.

«Тарбағатай» Мемлекеттік ұлттық табиғи паркі, табиғи кешендер мен объектілерді қорғау бөлімінің мәліметі бойынша парк аумағына заңсыз демалу адамды құрады.

Пирогендік фактор. Ерекше қорғалатын табиғи аумақтар объектілері мен табиғи кешендерін сақтауда өрт маңызды мәселелердің бірі. Өрт өсімдіктердің толық немесе жеке түрлерінің жойылып кетуіне, өсімдіктермен селбесіп өсетін бунақденелілердің жойылып кетуіне қысқа мерзімде апатты әсер етеді.

Шөлейтті аумақтардағы өсімдіктердің жаппай құрауы мен өртенуі өсімдіктің кейінгі дамуына үлкен әсер етеді. Себебі, пирогендік факторға өсімдіктердің түрлеріне байланысты, кейінгі дамуынан басқа ценоздың қайта құрылуына әсер етеді.

Жеке шаруашылықтар. «Тарбағатай» мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің жалға алғанбұрынғы жер иелерінің жерлері алынбай құрылған. Табиғи кешендер мен объектілерді қорғау бөлімінің берген мәліметі бойынша парктің аумағында - жеке кәсіпкерлер мен фермерлік шаруашылықтар – 2 646, ауылдық жерлердегі үй шаруашылығы – 20 529 га егінді алқаптар, жайылымдар, шабындық бар. ЕҚТА аумағында орналасқан шаруашылық иелері қорғау режимін сақтауға тиіс екеніне қарамастан, іс жүзінде бұл шарт сақталмаған. Осыған байланысты ерекше қорғалатын табиғи аумақтарда заңсыз мал жаю, шабындық және жерді пайдалану сияқты құқық бұзушылықтар тиісті рұқсатсыз іске асырып келе жатыр.

Қорғалатын немесе шаруашылық шектелген аумақтарда мал жаю жабайы жануарлардың күнделікті және маусымдық қоныс аударуын, өсімдік жамылғыларын

азаюына яғни, азықтық бәсекелестікке акеліп соғады. Сонымен қатар үй жануарларының мезгілдік орнын ауыстыру жабайы жануарлардың ауруына әкеліп соғуы мүмкін.

Тірі ағзаларға және экожүйелерге ерекше қауіптің бірі техногенді ластану. Бұл құбылыс өзінің масштабты, кумулятивті әсерімен ерекшеленеді. Табиғи парк аумағындағы қоршаған ортаның ластануы су мен атмосфера арқылы ғана жүзеге асырылады.

Табиғи парк аумағындағы шаруашылықтардың биологиялық ресурстарды дұрыс пайдаланбау байқалады. Жайылымдардың көп бөлігі бойынша олардың жемдік мүмкіндіктеріне түсетін жүктеме нормаларын ескерместен пайдаланылады. Шабындық алқаптар өсімдіктердің биологиялық ерекшеліктерін ескерместен шабылады. Жайылымдар мен шабындықтарды ауыстыру жүргізілмейді. Осылайша, жабайы жануарлар мен құстардың мекендейтін жерлері түбегейлі өзгереді.

Жабайы жануарлар үшін аңдар мен құстардың және кейбір ересек жануарлардың төлдерін жоятын бақташы және басқа да иттер қауіп төндіреді. Шөп шабу кезінде құстардың балапандары, жұмыртқалары әсіресе, жаздың бірінші жартысында жойылады. Бұталарды кесу нәтижесінде жануарлардың мекендейтін жерлері қысқарады, олар үшін бұта өсірілген жерлер жаудан қорғау, ұя салу орны немесе ін салатын және жем көзі болып табылады.

Шаруашылық қызметті жүзеге асыру кезінде жабайы жануарлардың көші-қон дәліздерін, сирек кездесетін және эндемиялық өсімдіктердің өсетін орындарының, типтік (эталондық) және бірегей өсімдік қоғамдастықтарының, ағаштардың жекелеген даналарының, сондай-ақ жер бедерінің экзотикалық морфоқұрылымдарының, геологиялық ескерткіштер мен т. б. сақталуын қамтамасыз ету қажет.

УЧАСТИЕ ИНТРОДУЦЕНТОВ В ФОРМИРОВАНИИ НАСАЖДЕНИЙ ШАРТАШСКОГО ЛЕСОПАРКА

Соловьева М.В., Залесов С.В., Оплетаев А.С.
Уральский государственный лесотехнический университет, Россия Zalesov@usfeu.ru

Формирование устойчивых, рекреационно привлекательных насаждений сложно представить без использования древесных интродуцентов. Последнее объясняется малым ассортиментом аборигенных видов. В то же время применение интродуцентов при формировании лесопарков сдерживается отсутствием объективных данных об их устойчивости. Не является исключением в этом плане и Уральский регион.

Нами в процессе исследований проанализирован видовой состав древесных интродуцентов в Шарташском лесопарке г. Екатеринбурга. Территория лесопарка, в соответствии с лесорастительным районированием [1], относится к южнотаежному округу Зауральской холмисто-предгорной провинции Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области.

Целью исследований являлось изучение видового состава древесных интродуцентов, участвующих в формировании древостоев Шарташского лесопарка.

В процессе проведения исследований выполнено маршрутное обследование насаждений лесопарка, а затем заложены пробные площади (ПП) в соответствии с действующими методическими рекомендациями [2].

В ходе исследований установлено, что на территории Шарташского лесопарка произрастает 10 видов интродуцентов, входящих в состав произрастающих древостоев. При этом интродуценты на территории лесопарка зафиксированы в составе древостоев 48 выделов. Чистые насаждения представлены только посадками тополя бальзамического и вяза гладкого.

Древесные интродуценты представлены видами, входящими в 4 семейства (таблица 1).

Таблица 1 - Распределение интродуцентов, произрастающих в Шарташском лесопарке по семействам

Семейство	Вид
РОЗОЦВЕТНЫЕ ROSACEAE	Черемуха Маака (*Padus maackii* (Rupr.) Kom.); Яблоня ягодная (*Malus baccata* (L.) Borkh); Груша уссурийская (*Pyrus ussuriensis* Maxim);
КЛЕНОВЫЕ ACERACEAE	Клен ясенелистный (Acer negundo L.); Клен гиннала (Acer ginnala Maxim); Клен татарский (Acer tataricum L.); Клен остролистный (Acer platanoides L.).
ИВОВЫЕ SALICACEAE	Тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.); Тополь пирамидальный серебристый селекции Н.А. Коновалова *(Populus alba* L. × *Populus Bolleana* Lauche*.)*;
ИЛЬМОВЫЕ ULMACEAE	Вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall);

Материалы исследований (таблица 1) свидетельствуют, что наиболее представленными в лесопарке являются семейства кленовые и розоцветные, в то время как семейство ильмовых представлено лишь одним видом.

Более наглядно представление о роли интродуцентов в формировании древостоев позволяют получить данные ПП (таблица 2).

Как следует из материалов таблицы 2, насаждения Шарташского лесопарка с интродуцентами в составе древостоев характеризуются относительной полнотой от 0,4 до 1,0 и запасом от 35 до 340 м^3/га. В качестве примеси к интродуцентам произрастают сосна обыкновенная, береза повислая и лиственница Сукачева.

Таблица 2 - Таксационная характеристика насаждений Шарташского лесопарка с наличием интродуцентов в составе древостоев

№ ПП	Квартал	Выдел	Состав	Высота, м	Диаметр, см	Возраст, лет	Запас, $м^3$/га	Полнота
1	59	11	7Б2Т1В+Г	20	14	45	180	0,7
	По элементам леса		Береза	20	14	45	120	
			Тополь бальз.	24	24	45	35	
			Вяз	10	13	45	18	
			Груша уссурийская	6	8	45	5	
2	59	36	6С2С1Б1КЛ	17	20	65	150	0,4
	По элементам леса		Сосна	17	20	65	90	
			Сосна	23	28	100	30	
			Береза	20	18	65	15	
			Клен татарский	12	13	30	15	
3	58	46	10Т	26	26	51	340	0,8
4	62	8	5С4Т1Б+сирень (подлесок)	16	16	50	180	0,5
	По элементам леса		Сосна	16	16	50	90	
			Тополь пирамидальный	18	20	50	70	
			Береза	20	21	50	20	
			Сирень (подлесок)	4	4	30	-	
5	62	3	5Т2Б3С+Кл	24	25	48	290	0,7
	По элементам леса		Тополь бальз.	24	25	48	140	
			Береза	24	25	48	60	
			Сосна	24	25	48	85	
			Клен Гиннала	5	8	48	5	
6	55	6	9КЛ1ЯБ	11	10	25	80	0,7
	По элементам леса		Клен татарский	11	10	25	60	
			Яблоня	11	10	25	20	
7	55	58	3Б6ЧР1ЯБ	13	14	30	70	0,5
	По элементам леса		Береза	13	14	30	20	
			Черемуха	14	13	30	40	
			Яблоня	14	13	30	10	
8	53	3	10В+Б+Кл.ост.	8	6	31	35	1,0
9	54	38	3В2КЛ2ЧР3Б	16	16	44	100	0,5
	По элементам леса		Вяз	16	16	44	30	
			Клен ясен.	14	14	44	20	
			Черемуха	15	16	44	20	
			Береза	17	14	44	30	

Таким образом, в Шарташском лесопарке произрастает 10 видов древесных интродуцентов формирующих древостои. Интродуценты входят в состав четырех семейств. Наиболее представленными являются семейства кленовые (4 вида) и розоцветные (3 вида). Чистые насаждения представлены в лесопарке только посадками тополя бальзамического и вяза гладкого. Остальные интродуценты произрастают совместно с аборигенными видами. Длительный срок произрастания и удовлетворительное состояние древесных интродуцентов в Шарташском лесопарке позволяет рекомендовать их для использования в других лесопарках города.

Список использованных источников:

1. Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. - Свердловск: ИЭРиЖ, 1973. - 177 с.

2. Данчева А.В., Залесов С.В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения. - Екатеринбург: Урал.гос. лесотехн. ун-т, 2015. - 55 с.

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ПРИНЦИПЫ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ

Стороженко В.Г.
Институт лесоведения РАН, Россия lesoved@mail.ru

Количественные и качественные признаки устойчивости в биологических, в том числе в лесных, сообществах формируются в эволюционном пространстве развития биоты как в онтогенезе, так и в филогенезе. Процесс эволюционного развития организма в онтогенезе, на какой бы таксономической ступени он не находился, неразрывно связан с процессом филогенеза той же таксономической группы организмов и в целом филогенеза биоты. Эта, в общем то, известная парадигма согласуется с высказыванием В.В Докучаева (1948) о «генетической вековечной и всегда закономерной связи, какая существует между силами, телами и явлениями». Эволюционно развивающиеся лесные экосистемы, сложенные из видов растений, сформированных в онтогенезе филогенетического развития сообщества растений разных видов и таксономической принадлежности, имеют такие же «генетические, вековечные, закономерные» связи, определяемые как генетикой онтогенеза, так и генетикой филогенеза. Мы называем эти связи «генетической памятью».

Мы полагаем, что лесоведение и особенно лесоводство, должны в своих научных и производственных направлениях при создании и формировании устойчивых лесов руководствоваться этими, выработанными эволюцией, закономерностями филогенеза лесных сообществ. В противном случае возникают огромные риски массовых поражений лесов от биотических и абиотических воздействий. На заре лесоведения как науки о закономерностях развития лесных сообществ наши великие предки вполне отдавали себе в этом отчет. Г.Ф. Морозов, например, говорил, что «тем сообщество лесное будет устойчивее, чем оно в большей мере использует всю географическую обстановку, то есть климат и почву,…чем больше точек соприкосновения между членами одного сообщества, чем разнообразнее их взаимное отношение, тем устойчивее такое сообщество, тем более обеспечено возобновление такого леса и тем легче он залечивает раны, причиняемые или человеком, или разными стихийными бедствиями, например, пожарами или нападением насекомых; чем больше биосоциальных кругов входит в состав сообщества, взаимно влияя друг на друга, тем сообщество будет более устойчиво» [1].

Руководствуясь вышеизложенными положениями, мы может утверждать, что коренные девственные леса, не затронутые антропогенными воздействиями, являются отличным полигоном для исследований закономерностей эволюционной филогении лесных сообществ. Наиболее приемлемыми для этих исследований являются леса еловых формаций, в наименьшей степени подверженных абиотическим воздействиям, например, пожарам.

Многолетние исследования структур и функций ряда автотрофных и гетеротрофных консортов ельников Европейского Севера таёжной зоны России позволяют нам определить наиболее значимые связи комплекса автотрофов (древесного консорта) и гетеротрофов (грибной дереворазрушающей биоты), трактуемые как эволюционно выработанные закономерности в динамике сукцессионного развития лесов, определяющие устойчивость лесных сообществ. Многие из них хорошо изучены, некоторые изучены далеко недостаточно.

Для всех лесных сообществ, как естественного эволюционного происхождения, так и искусственно созданных, базовым, краеугольным критерием, определяющим устойчивость лесного сообщества, является соответствие состава и структуры лесного биогеоценоза условиям произрастания, коренному экотопу, то есть климату, геоморфологии местности, почвенным условиям [1-2].

Автотрофный консорт. 1. Оптимальный породный состав фитоценоза по всем биогоризонтам, включая подрост, подлесок, напочвенный покров. 2. Сложность структурного строения фитоценоза: непрерывный возрастной ряд в возрастной структуре древостоя от последнего поколения (подрост) до первого поколения (деревья предельного

возраста для конкретных условий и породы). 3. Соизмеримые величины объемов деревьев в возрастных поколениях. 4. Мозаичное или групповое размещение по площади биогеоценоза деревьев, относящихся к каждому возрастному поколению (мозаики возрастных поколений). 5. Неравномерное размещение деревьев по площади коренных разновозрастных древостоев. 6. Присутствие и достаточное количество естественного возобновления коренных и сопутствующих пород разного возраста. 7. В коренных ельниках соотношения запасов древостоев с объемами древесного отпада в относительных величинах сравнимы в биогеоценозах по зонам растительности. В лесах других формаций эти соотношения могут отличаться от лесов еловых формаций. 8. Относительные величины объемов древесного отпада к запасам древостоев и соответственно выделяемых при его разложении продуктов ксилолиза древесины, соизмеримы во всех зонах растительности. Колебания этих величин зависят только от фазы динамики биогеоценозов.

Гетеротрофный консорт. 9. Устойчивость растительного сообщества непосредственно связана со структурным строением не только фитоценоза, но и микоценоза. Чем сложнее структурное и функциональное строение фитоценоза, тем сложнее и разнообразнее (в пределах оптимальности) по видовому и функциональному составу микоценоз и тем устойчивее это лесное сообщество. 10. Грибная биота – ценотическая структура лесного сообщества, обладающая морфологическим, экологическим и функциональным строением и формирующаяся вместе с фитоценозом по определенным законам совместной динамики развития. 11. В устойчивых коренных лесах видовой состав грибов дереворазрушающего биотрофного комплекса сбалансирован по соотношению видов различной пищевой специализации. 12. Общей для всех лесов закономерностью качественных характеристик комплексов биотрофных дереворазрушающих грибов явилось приближение к балансу возбудителей, вызывающих деструктивные и коррозионные гнили в древостоях климаксовых фаз динамики. 13. В коренных устойчивых разновозрастных лесах деревья, поражённые дереворазрушающими биотрофными грибами, независимо от величины общего поражения древостоя, относительно равномерно распределяются по площади сообщества с колебаниями уровней пораженности деревьев в мозаиках возрастных поколений. Очагового поражения деревьев и активизации распространения какого-то одного вида биотрофа, как правило, в таких лесах нет. 14. В составе ксилотрофного комплекса дереворазрушающих грибов присутствуют виды, обладающие антагонистическими свойствами к патогенным видам биотрофов и осуществляющие контроль за их распространением по площади лесных сообществ в микогоризонтах подстилочного, корневого, комлевого и стволового слоев микоценоза. 15. В целом, сбалансированный по видовому составу и пищевой специализации микоценоз устойчивых коренных лесов, в том числе комплексы дереворазрушающих грибов биотрофной и ксилотрофной групп, соответствует фазам развития биогеоценозов, имеет вполне определенную структуру и иерархическую подчиненность видов, осуществляя контроль за текущим отпадом необходимого биогеоценозу количества деревьев из состава древостоя [3].

Таким образом, оценивая все изложенное, можно выработать определение качества устойчивости лесного сообщества в нашей трактовке, которая, тем не менее, может дискутироваться.

Устойчивость лесного сообщества – это эволюционно выработанное динамическое качественное состояние лесного сообщества, при котором оно достигает конечных этапов сукцессий, характеризующихся оптимальным для экотопа структурным и функциональным содержанием составляющих его ценозов при сохранении баланса накапливаемой автотрофами и разлагаемой гетеротрофами биомассы, когда амплитуда колебаний параметров его структур сокращается до минимальных значений и находится в пределах определенных границ (поле флуктуации), которые в свою очередь находятся в поле постоянной эволюционной геоклиматической динамики территорий [3].

Такая трактовка качества устойчивости отсекает от этого определения огромные массивы лесов с измененными структурами фитоценозов, искусственно созданные древостои любых формаций. Мы признаем это положение, но расцениваем эту трактовку как эталонное определение, как базовый идеал, который должен лежать в основе любого стремления создать устойчивый лес. Нами разработана определительная таблица разделения лесных сообществ по градациям устойчивости: абсолютно устойчивые, устойчивые, относительно устойчивые, неустойчивые, абсолютно неустойчивые [3-5]. Решающими критериями для отнесения биогеоценозов к определенной категории устойчивости служат: разновозрастность древесного полога (полный возрастной ряд); присутствие достаточного количества и состава естественного возобновления коренной и сопутствующих пород; наличие древесного отпада в необходимых биогеоценозу количествах.

Грибы дереворазрушающего комплекса выполняют в формировании качества устойчивости лесного сообщества огромную двуединую функцию. Во-первых, выполняют свою главную эволюционно предназначенную задачу по разложению, накапливаемой автотрофами биомассы (ксилотрофы + биотрофы). Во-вторых, опосредованно, но также в контексте общей эволюционной парадигмы по формированию устойчивых структур лесов, через поражение и отпад деревьев из состава древостоев. В общем, их деятельность укладывается в следующую цепь формирования устойчивого лесного сообщества – процессы ослабления деревьев фитоценоза, отмирания их определённой части в структуру текущего древесного отпада, перевода и накопления их в структуры валежа (биотрофы), скорость разложения древесного отпада в согласованном с процессами накопления биомассы временном пространстве, перевод его в консорцию верхних слоёв почвы (ксилотрофы), участие в формировании естественного возобновления коренных и сопутствующих пород (ксилотрофы + биотрофы), составляют единый, сбалансированный с накоплением биомассы автотрофами, процесс (механизм) функционирования устойчивого климаксового лесного сообщества.

Для коренных устойчивых ельников и сосняков Северной тайги Европейской России определены физические параметры структур древостоев и грибных дереворазрушающих комплексов фитоценозов и древесного отпада в сукцессионном развитии от демутационных до дигрессивных и климаксовых фаз динамики. Эти параметры опубликованы в многочисленных печатных изданиях разного формата. Для лесов других формаций и лесорастительных зон могут быть другие (но вероятнее всего близкие хвойным лесам) критерии устойчивости.

Все вышеизложенное хотелось бы подытожить следующим выражением Георгия Фёдоровича Морозова – «Стремление к созданию и сохранению устойчивости насаждений является верховным принципом лесоводства, наиболее верным путем ведет, прежде всего, к удовлетворению основной задачи – постоянства пользования…».

Список использованных источников:

1. Морозов Г.Ф. О лесоводственных устоях. Избранные труды. - М.: Лесная пром-сть, 1970. - Т. 1. - С. 459-474.

2. Докучаев В.В. К учению о законах природы. Горизонтальная и вертикальная почвенные зоны. - М.: Географиздат, 1948. - 62 с.

3. Стороженко В.Г., Быков А.В., Бухарева О.А., Петров А.В. Устойчивость лесов. Теория и практика биогеоценотических исследований. - М. Тов. научн. изд. КМК, 2019. - 171 с.

4. Стороженко В.Г. Разделение лесов по градациям устойчивости. Методика и эксперимент. Материалы Шестой Межд. конф. «Проблемы лесной фитопатологии и микологии», М.-Петрозаводск, 2005. - С. 317-329.

5. Стороженко В.Г. Устойчивые лесные сообщества. Теория и эксперимент. - М. Гриф и К, 2007. - 190 с.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ СИБИРИ

Тараканов В.В.
ЗСО ИЛ СО РАН - филиал ФИЦ КНЦ СО РАН, Россия tarh012@mail.ru

Региональные программы по сохранению и рациональному использованию лесных генетических ресурсов («лесному семеноводству»), активно реализуемые на территории Сибири с начала 1970-х годов, нуждаются в незамедлительной корректировке. Отметим, что их последняя редакция осуществлялась силами Новосибирской лесной селекционной лаборатории НИИЛГиС в конце 1980-х гг. [1-2]. В период от начала «перестройки» до введения нового лесного кодекса лесное селекционное семеноводство находилось в кризисе. После введения в 2007 г. нового Лесного кодекса Правительство РФ в лице Рослесхоза, в ведении которого находятся все объекты Единого генетико-селекционного комплекса (ЕГСК), перешло к политике контролирования его состояния и сохранения. Как показали наши исследования, на практике это приводит к медленной неуклонной деградации ЕГСК в связи с естественным старением деревьев. Очевидно, что полноценное «сохранение» ЕГСК не может осуществляться без развития этой наукоемкой отрасли. Необходим критический анализ накопленного опыта и разработка новой общероссийской и региональных программ по сохранению и рациональному использованию лесных генетических ресурсов.

В части анализа накопленного опыта и дальнейшего использования огромного числа объектов ЕГСК, созданных совместными усилиями науки и производства, прежде всего, следует отметить прямую связь между качеством генетико-селекционных объектов и степенью их научного курирования. В будущем целесообразно четко обозначить функции науки и производства и их права на собственность различных объектов ЕГСК.

С нашей точки зрения, наука должна заниматься исследованиями, разработкой программ и нормативной базы и, конечно, выведением сортов лесообразующих видов. Лесничества и лесные арендаторы должны заниматься семеноводством на базе созданных сортов, выращиванием селекционно улучшенных лесов, а также практическим сохранением генофондов лесообразующих видов в ходе лесовосстановления и лесоэксплуатации.

В этой связи целесообразно все «научные» объекты - архивы клонов и испытательные культуры плюс-деревьев, географические культуры и другие экспериментальные объекты - передать в собственность институтам-кураторам. А в собственности лесных предприятий рационально оставить лишь объекты так называемой «Постоянной лесосеменной базы» (ПЛСБ) - лесосеменные (ЛСП) и маточные плантации, постоянные лесосеменные участки (ПЛСУ). Отбираемые селекционерами и охраняемые лесниками плюс-насаждения, плюс-деревья и генрезерваты могут находиться в совместной собственности науки и производства.

Разделение функций и объектов может снизить остроту проблемы генетической паспортизации деревьев, которая из-за огромных объемов объектов ЕГСК, созданных без должного участия науки, заходит в тупик, несмотря на очевидные успехи молекулярной генетики и фенетики [3-4].

Актуальная и слабо изученная проблема лесной генетики, совершенно не учтённая при разработке методов сохранения генофонда *ex situ* - динамика генетической структуры популяций древесных растений в ходе лесообразовательного процесса [5]. Этот процесс можно сравнить с «рекой», которую невозможно «законсервировать» выделением отдельных участков, в нашем случае - выделением генетических резерватов в спелых и приспевающих насаждениях [6]. В настоящее время все генетические резерваты, спустя почти полвека после их массового выделения, находятся в перестойном захламленном состоянии. Оставшиеся деревья главной породы поражены болезнями и насекомыми, активно идёт смена хвойных пород на мелколиственные. Отчасти эта ситуация могла быть

исправлена своевременным утверждением новой редакции «Положения» [7], которая игнорируется Рослесхозом. Но принципиально изменить ситуацию можно только в том случае, если в каждом генрезервате будут представлены все стадии восстановительно-возрастной динамики древостоев [8]. К этому должны быть добавлены меры по сохранению генофондов лесообразующих видов в ходе лесоэксплуатации и лесовосстановления [9].

В области совершенствования методов селекции следует, прежде всего, отметить недооценку эффектов взаимодействия «генотип-среда» [10-11]. Результаты изучения испытательных культур свидетельствуют о том, что при выращивании семей плюс-деревьев (ПД) на выровненном экологическом фоне доля «элиты» составляет около 10-25%. Но при их выращивании в нескольких экофонах вследствие взаимодействий «генотип-среда» доля «элиты» резко снижается. По нашим расчетам для создания ЛСП 2-го поколения из 50 клонов необходимо отбирать не менее 1000 ПД на лесосеменной район. При этом отбор плюс-деревьев необходимо начинать до начала проходных рубок, при которых выборочно изымается лучшая часть древостоев.

Наряду с рассмотренным, для снижения отрицательных эффектов взаимодействия «генотип-среда», а также для повышения рентабельности, отбор ПД и их генетическую оценку целесообразно осуществлять в лучших лесорастительных условиях, ориентируясь на преимущественное использование сортов для создания специализированных плантаций, выращиваемых на ограниченных площадях, при небольшой густоте и на высоком агрофоне. Такой подход, исходящий из функционально-генетического подразделения лесов на различные группы [12-14], снимает практически невыполнимое требование сохранения высокого уровня генетической изменчивости при отборе. Но он предполагает модернизацию методики закладки испытательных культур, что обусловлено сильным влиянием начальной густоты на ход роста древостоев [15].

Отметим также, что методы селекции могут применяться в целях повышения эффективности лесовосстановления гарей и вырубок, не снижая при этом уровень генетической гетерогенности насаждений. В этой связи перспективна технология «плантационно-обсеменительных культур» [16]. В последней модификации она сводится к редкой посадке (40 шт./га) выдающихся по семеношению генотипов (крупномерных привитых саженцев) из местной популяции главной породы для последующего естественного обсеменения ими восстанавливаемой площади.

В заключение акцентируем внимание на проблеме лесосеменного районирования. Хотя бурное развитие молекулярной генетики ещё не ускорило процесс селекции древесных видов, но оно привело к накоплению информации о путях миграции и генетической дифференциации популяций в масштабе ареала видов [17]. Анализ популяционно-генетических, а также и популяционно-фенетических данных крайне полезен для научно-обоснованного уточнения границ лесосеменных районов. Вызывает удивление, что эта информация не была использована при разработке «укрупнённого» районирования, необоснованно введённого приказом Рослесхоза №353 в октябре 2015 г. взамен районирования 1982 г. Этот вопрос рассмотрен Зацепиной К.Г. и соавторами в отдельном сообщении, опубликованном в настоящем сборнике.

Список использованных источников:

1. Демиденко В.П., Тараканов В.В., Волков Л.А. Состояние и перспективы селекции и семеноводства хвойных в Сибири. Генетика и селекция в лесоводстве. - Воронеж: ЦНИИЛГиС, 1991. - С. 224-231.

2. Царёв А.П. Программы лесной селекции в России и за рубежом. - М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2013. - 164 с.

3. Крутовский К. В. От популяционной генетики к популяционной геномике лесных древесных видов: интегрированный популяционно-геномный подход. Генетика. - 2006. - Т. 42, №10. - С. 1304-1318.

4. Тараканов В.В., Кальченко Л.И., Зацепина К.Г., Экарт А.К., Шуваев Д.Н. Оптимальная схема паспортизации деревьев на объектах генетико-селекционного комплекса сосны обыкновенной. Первое международное совещание-семинар «Молекулярная генетика в практике лесного хозяйства: состояние, проблемы и перспективы применения»: сборник докладов, Москва, 28-29 мая 2014 г. - М.: ФБУ «Рослесозащита», 2014. - С. 24-27.

5. Животовский Л.А. Интеграция полигенных систем в популяциях. - М.: Наука, 1984. - 183 с.

6. Положение о выделении и сохранении генетического фонда древесных пород в лесах СССР. - М.: Гослесхоз СССР, 1982. - 22 с.

7. Ирошников А.И., Мамаев С.А., Махнев А.К. Положение о выделении и сохранении генетического фонда древесных пород в лесах России. - М.: Рослесхоз, 1996. - 32 с. (*Препринт*).

8. Седых В.Н. Лесообразовательный процесс. - Новосибирск: Наука, 2009. - 164 с.

9. Тараканов В.В. Достижения и ошибки в области сохранения и рационального использования лесных генетических ресурсов Сибири. Лесное хозяйство. - 2009. - №5. - С. 10-12.

10. Драгавцев В.А. К проблеме генетического анализа полигенных количественных признаков растений. - СПб: ВИР, 2003. - 34 с.

11. Тараканов В.В., Тихонова И.В. Изучение и развитие научного наследия Н.В. Глотова: норма реакции генотипа и взаимодействие генотип-среда в природной популяции древесных растений. Проблемы популяционной биологии: материалы XII Всероссийского популяционного семинара памяти Николая Васильевича Глотова (1939–2016), Йошкар-Ола, 11–14 апреля 2017 г. Йошкар-Ола: ООО ИПФ «СТРИНГ», 2017. - С. 10-13.

12. Семериков Л.Ф., Исаков Ю.Н., Тараканов В.В., Семериков В.Л., Глотов Н.В. О генетико-селекционном аспекте сохранения и улучшения лесов России. Лесохоз.инф. н.-т.информ.сб. М.: ВНИИЦлесресурс. - 1998. - №9-10. - С. 3-12, 29-40.

13. Видякин А.И. Плюсовая селекция сосны и ели: итоги и перспективы развития. Лесохозяйственная информация. Сб.н.-т.инф. по лесному хоз-ву. - 2008. - №3-4. - С. 33-35.

14. Горошкевич С.Н. Генофонд кедра сибирского: сохранение, исследование, резервация и использование для селекции сортов. Опыт создания и проблемы развития единого генетико-селекционного комплекса (ЕГСК) в Сибири. Новосибирск: Филиал ФГУ «Российский центр защиты леса» ЦЗЛ Новосибирской области, 2008. - С. 40-56.

15. Рогозин М.В., Разин Г.С. Развитие древостоев. Модели, законы, гипотезы [Электронный ресурс]: монография / под ред. М.В. Рогозина. - Пермь: ПГНИУ, 2015. URL: http://k.psu.ru/library/node/299086

16. Тараканов В.В., Ильичев Ю.Н., Бушков Н.Т. Плантационно-обсеменительные культуры - новый метод восстановления хвойных лесов на крупных гарях. Сибирский лесной журнал. - 2014. - №1. - С. 104-109.

17. Видякин А.И., Семериков В.Л., Полежаева М.А., Дымшакова О.С. Распространение гаплотипов митохондриальной ДНК в популяциях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на севере европейской России. Генетика. - 2012. - Т.48, №12. - С. 1440-1444.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ АЛЛОЗИМОВ У ПОДРОСТА ХВОЙНЫХ ВИДОВ НА ВЫРУБКАХ В ЮЖНОЙ ТАЙГЕ СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Тихонова И.В.[1], Экарт А.К.[2], Кравченко А.Н.[2], Тихонова Н.А.[2]
[1]Западно-Сибирское отделение Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Россия
selection@ksc.krasn.ru
[2]Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Россия aekart@yandex.ru

Интенсивная эксплуатация лесов в России в последние десятилетия привела к существенному сокращению их площади и ухудшению качества [1]. Не затронутых рубками лесов осталось около 23% их общей площади. Отмечается, что размер современной лесосеки в стране, даже сокращенный по сравнению с советским периодом, примерно в 3 раза превышает предельно возможную для полноценного восстановления величину, рассчитываемую относительно площади экономически доступных лесов (около 20%) [1]. Основные регионы заготовки древесины – европейский север и районы Сибири. В Сибири лесозаготовители уже подошли к северной подзоне тайги, где леса характеризуются невысокой продуктивностью (рисунок 1). Наблюдения за лесовосстановлением на вырубках таежных лесов Сибири показывают, что довольно часто они сменяются вторичными мелколиственными менее ценными лесами, либо заболачиваются [2-3]. При таких быстрых темпах сокращения ресурсного и экологического потенциала лесов России совершенно недостаточно знаний о влиянии разных способов рубки на генетическое разнообразие популяций хвойных древесных видов.

Рисунок 1 - Так из космоса выглядит большая часть таежных лесов Сибири.

Цель проводимого исследования – оценить разнообразие аллелей полиморфных ферментных локусов в популяциях трех хвойных видов на вырубках разной интенсивности в южной тайге Средней Сибири. Всего отобрано 1 014 особей в 40 выборках подроста, имевшегося на месте сплошных и выборочных рубок, и взрослых деревьев (там, где они были на вырубке и рядом в контроле): 15 выборок сосны (*Pinus sylvestris* L.), 12 ели (*Picea obovata* Ledeb.) и 13 пихты (*Abies sibirica* Ledeb.). В образцах вегетативных почек анализировали только полиморфные локусы: 16 у сосны обыкновенной (*Mdh-2, Mdh-3, Mdh-4, Got-1, Got-2, Got-3, Skdh-1, Skdh-2, 6-Pgd-2, Fdh, Pgm-1, Gdh, Fe-2, Adh-1, Adh-2, Lap-2)*; 17 – у ели сибирской (*Got-1, Got-2, Got-3, Lap-1, Lap-2, Skdh-1, Skdh-2, Mdh-2, Mdh-3, Idh-2, Sod-2, Fdh, Gdh,6-Pgd-2,Pgm-1, Pgm-2, Pgi-2* (локус *Pgi-1* полиморфный, но определяется только в проростках семян)); 6 – у пихты сибирской (*Hk, Aco, Pgm-2, 6-Pgd-1, Skdh-1, Mdh-3)*. Образцы отобрали на 10 участках сплошной широколесосечной СШР («М. Кемчуг», «Зеледеево», «Старая Козулька», «Ачинск», «Кедровый», «Большая Мурта», «Тарутино») и узколесосечной (СУР) рубки («Сухая»), а также выборочной рубки интенсивностью 35 и 50% по запасу (ВР35, ВР50) («Погорелка», «Усть-Тунгуска»). Использовали 2 контроля: местный (*) – в нетронутой рубкой части популяции и региональный – в малонарушенной популяции (МНП*) с самыми высокими показателями генетического полиморфизма. Электрофорез и гистохимическое окрашивание проводили по описанным ранее методикам [4-6]. Основные показатели генетической изменчивости, оценку соответствия распределению генотипов уравнению Харди-Вайнберга с использованием критерия χ^2, дистанции Неи [7], индексы

фиксации Райта F_{IT}, F_{IS}, F_{ST} вычисляли в программеGenAlex 6 [8]. Виды между собой по показателям генетической изменчивости не сравнивали из-за разного набора и числа локусов.

В современной генетике все чаще используются молекулярные методы анализа фрагментов ДНК, однако считающиеся «устаревшими» аллозимные маркеры по-прежнему используются в лесной генетике наряду с молекулярными, так как они кодируются одиночными генами, кодоминантно проявляются, мало зависят от онтогенеза, для них установлены корреляции с адаптивными физиолого-биохимическими характеристиками деревьев [9] и, используя их, можно оперативно оценить, какое влияние оказывает лесохозяйственная деятельность человека на адаптивный потенциал лесов бореальной зоны. Основные показатели генетической изменчивости внутри выборок приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные показатели генетического разнообразия хвойных видов на вырубках (обозначения см. выше) у подроста (П) и у взрослых деревьев (В), оставшихся на вырубке, К - суммарное число аллелей, D – дистанции Неи [7] между возрастными группами)

Тип вырубки	P, %		N_A		N_E		H_O		H_E		F		K		D
	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	
Сосна обыкновенная															
СШР	92	94	2,65	2,50	1,486	1,360	0,264	0,246	0,283	0,239	0,040	-0,020	42.3	40,0	0,009
СШР*	-	91	-	2,66	-	1,483	-	0,280	-	0,273	-	-0,032	-	42,5	-
СУР	94	-	2,56	-	1,439	-	0,254	-	0,260	-	0,041	-	41	-	0,004
СУР*	-	100	-	2,75	-	1,455	-	0,287	-	0,278	-	-0,035	-	44	-
ВР35	100	-	2,81	-	1,472	-	0,269	-	0,282	-	0,031	-	45	-	-
ВР50	88	-	2,50	-	1,508	-	0,289	-	0,284	-	-0,024	-	40	-	0,008
ВР35-50*	-	100	-	2,81	-	1,489	-	0,279	-	0,285	-	0,005	-	45	0,006
МНП*	-	100	-	2,88	-	1,523	-	0,288	-	0,299	-	0,028	-	46	0,005
Ель сибирская															
СШР	75	59	1,94	1,71	1,29	1,27	0,197	0,202	0,190	0,175	-0,040	-0,134	33	29	0,007
СШР*	-	81	-	2,18	-	1,32	-	0,208	-	0,207	-	0,003	-	37,4	0,004
ВР50	76	-	2,12	-	1,29	-	0,213	-	0,194	-	-0,093	-	36	-	0,006
МНП-ВР50*	94	71	2,35	2,00	1,29	1,27	0,172	0,170	0,196	0,181	0,066	0,029	40	34	-
Пихта сибирская															
СШР	83	83	2,11	2,11	1,609	1,640	0,371	0,322	0,323	0,332	-0,147	0,053	12,8	12,7	0,013
СШР*	-	100	-	2,33	-	1,655	-	0,313	-	0,328	-	0,016	-	14	0,008
ВР50	100	-	2,33	-	1,654	1,667	0,316	0,355	0,344	0,338	0,054	-0,047	14	-	0,004
ВР50*	100	83	2,33	2,17	1,658	-	0,353	-	0,346	-	-0,034	-	14	13	0,005
МНП*	-	100	-	2,50	-	1,775	-	0,406	-	0,383	-	-0,074	-	15	0,006

На исследуемой территории протяженностью около 400 км с запада на восток и 250 км с юга на север подразделенность (F_{ST}) популяций сосны обыкновенной составляет 2,2%, пихты сибирской 3,0% и ели сибирской 2,8%. Оставшиеся после сплошной широколесосечной (на узкой лесосеке не было деревьев) и выборочной рубки взрослые деревья у всех трех видов хвойных отличались более низкими показателями генетического разнообразия (P, N_A, H_O, H_E) не только по сравнению с ближайшим нетронутым древостоем, но нередко и с оставшимся и появившимся после рубки подростом. Заметные различия установлены также между двумя рядом расположенными вариантами выборочной рубки разной интенсивности 35 и 50% в спелых сосняках: при вырубке 50% число выявленных аллелей и доля полиморфных локусов были, соответственно, на 12,5% и 9% меньше, чем при вырубке 35% деревьев. Кроме того, на вырубках подрост и взрослые деревья отличались бóльшими генетическими дистанциями Неи [7] внутри популяций и более низким уровнем гетерозиготности (H_O), чем в ближайшем контроле. Наиболее низкие показатели аллозимного разнообразия у подроста и взрослых деревьев на вырубках по сравнению с местным контролем получены для ели сибирской. В результате сравнения выборок трех хвойных видов из нарушенных рубками популяций (СШР и ВР50) с региональным контролем (МНП) получены более низкие значения аллельного разнообразия (К) и доли полиморфных локусов (Р): у сосны обыкновенной, соответственно, на 12% и 13% (при сплошной рубке СШР) и на 8% и 8% при ВР50; у ели сибирской – на 17,5% и 20% при СШР рубке и на 10 и 19% – при ВР50; у пихты сибирской – на 15 и 17% при СШР рубке и на 7% и 7% при ВР50. Не наблюдалось сокращения разнообразия аллозимов у сосны обыкновенной после выборочной рубки интенсивностью 35%, проведенной через 10 лет после низового пожара,

стимулировавшего активное возобновление сосны (до 25 тыс. шт./га). Результаты исследования согласуются с выводами других авторов, отмечавших заметное снижение показателей генетической изменчивости у разных лесных древесных видов после сплошной [10-14] и даже постепенной выборочной рубки [15-16].

В целом проведенное исследование показало, что популяции темнохвойных видов подвержены большему риску сокращения генетического разнообразия после сплошных широколесосечных рубок и выборочных рубок высокой интенсивности в южно-таежных лесах Средней Сибири. Лучшими индикаторными маркерами для генетического мониторинга в хвойных лесах являются локусы, характеризующиеся низким уровнем полиморфизма и редкие аллели высокополиморфных локусов.

Благодарности: Работа выполнена в рамках бюджетного проекта ФГБНУ ЗСО ИЛ СО РАН, ФИЦ КНЦ СО РАН (проект № 0346-2016-0301) и при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда науки в рамках научного проекта №18-44-240002-р_а

Список использованных источников:

1. Шутов И.В., Маркова И.А., Омельяненко А.Я. и др. Плантационное лесоводство. - СПб: Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2007. - 366 с.

2. Побединский А.В. Рубки и возобновление в таёжных лесах СССР. - М.: Лесная промышленность, 1973. - 200 с.

3. Бузыкин А.И., Пшеничникова Л.С. Ресурсно-экологический потенциал лесов Красноярского края. Хвойные бореальной зоны. - 2008. - Т. 25. №3-4. - С. 327-332.

4. Ларионова А.Я., Экарт А.К. Генетическая структура и дифференциация популяций пихты сибирской в Томской области. Вестник Томского государственного университета. - 2012. - №354. - С. 187-191.

5. Кравченко А.Н., Ларионова А.Я., Экарт А.К. Генетический полиморфизм популяций ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в азиатской части ареала. Вестник СВНЦ ДВО РАН. - 2013. - №2. - С. 74-95.

6. Экарт А.К., Ларионова А.Я., Зацепина К.Г. и др. Генетическое разнообразие и дифференциация сосны обыкновенной в Южной Сибири и Монголии. Сибирский экологический журнал. - 2014. - №1. - С. 69-78.

7. Nei M. Genetic distance between populations. American Naturalist. - 1972. - Vol. 106. - P. 283-292.

8. Peakall R., Smouse P.E. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. Molecular Ecology Notes. - 2006. – Vol. 6. - P. 288-295.

9. Животовский Л.А. Популяционная биометрия. - М.: Наука, 1991. - 271 с.

10. Savolainen O., Kärkkäinen K. Effect of forest management on gene pools. New Forests. - 1992. - Vol. 6. - P. 372–383.

11. Ledig F.T. Human impacts on genetic diversity in forest ecosystems. Oikos. - 1992. - Vol. 63. - P. 87-108.

12. Buchert G.P., Rajora O.P., Hood J.V., Dancik B.P. Effects of harvesting on genetic diversity in old-growth eastern white pine (*Pinus strobes* L.) in Ontario, Canada. Conservation Biology. - 1997. – Vol. 11. – P. 747-758.

13. Marquard P.E., Echt C.S., Epperson B.K., Pubanz D.M. Genetic structure, diversity, and inbreeding of eastern white pine under different management conditions. Canadian Journal of Forest Research. - 2007. – Vol. 37. – P. 2652-2662.

14. Падутов В.Е., Хотылева Л.В., Баранов О.Ю., Ивановская С.И. Генетические эффекты трансформации лесных экосистем. Экологическая генетика. - 2008. - Т. 6. №1. - С. 3-11.

15. Nale D.B. Genetic implications of shelterwood regeneration of Douglas-fir in southwest Oregon. Forest Science. - 1985. - Vol. 31. №4. - P. 995-1005.

16. El-Kassaby Y.A., Benowicz A. Effects of commercial thinning on genetic, plant species and structural diversity in second growth Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) stands. Forest Genetics. - 2000. - Vol. 7. №3. - P. 193-203.

РАЗРАБОТКА БИОТЕХНОЛОГИИ СОМАТИЧЕСКОГО ЭМБРИОГЕНЕЗА И ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ ДЛЯ ПЛАНТАЦИОННОГО ЛЕСОВЫРАЩИВАНИЯ ЛЕСНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ (PINACEAE) В УСЛОВИЯХ КУЛЬТУРЫ *IN VITRO* НА ОСНОВЕ КЛЕТОЧНОЙ СЕЛЕКЦИИ

Третьякова И.Н.[1], Пак М.Э.[1], Шуклина А.С.[1], Пахомова А.П.[1], Кулагин Д.В.[2], Константинов А.В.[2], Падутов В.Е.[2]

[1]Институт леса им. В.Н. Сукачева КНЦ ФИЦ СО РАН, Россия, culture@ksc.krasn.ru

[2]Институт леса Национальной Академии наук Беларуси, Республика Беларусь

За последние 30 лет за рубежом было разработано новое перспективное направление в лесовыращивании – создание быстрорастущих, устойчивых к патогенам сортовых плантаций на основе соматического эмбриогенеза в культуре *in vitro* – программа MVF [1-2]. Считается, что технология соматического эмбриогенеза может быть самым дешевым методом для быстрого производства большого количества саженцев с селекционно значимыми признаками. Эта технология имеет следующие преимущества перед другими методами вегетативного и семенного размножения хвойных видов; (1) сокращается время для производства посадочного материала: (2) осуществляется контроль генетических вариаций; (3) производятся коммерческие гибриды; (4) создаются условия для генной инженерии для получения желательных признаков [3].

В России технология соматического эмбриогенеза разрабатывается в лаборатории лесной генетики и селекции Института леса СО РАН. Используя биотехнологию микроклонального размножения, нами было получено 23 коллекционных клеточных линий (Кл) *Larix sibirica*, 4 Кл *Pinus pumila,* 1 Кл *Pinus sibirica* и 1 Кл *Picea obovata.* Эти Кл получены на средах АИ [4], 1/2 LV [5] и DCR [6] с регуляторами роста 2,4-D и БАП в разных концентрациях и с разным соотношением друг к другу. Для оценки эмбриогенности клеточных культур судили на основании разработанных нами маркерах: морфогенных (вытягивание и поляризация соматических клеток экспланта, их ассиметричное деление), физиологических (полярная локализация ауксинов в клетке) и генетических (уровень плоидности, микросателлитный анализ). Молекулярно-генетические исследования пролиферирующих клеточных линий, проведенные с помощью RAPD-анализа с использованием шести праймеров, позволили получить многопрофильные линия-специфические ПЦР спектры, которые можно применять как маркеры эмбриогенных культур. Выявлено 34 специфические зоны, которые можно использовать для паспортизации полученных клеточных линий лиственницы сибирской.

Полученные нами эмбриогенные культуры *Larix sibirica in vitro* пролиферируют до 10 лет и более и могут быть подвержены криоконсервации, что позволяет сохранить генетические ресурсы в течение длительного времени. За 1 месяц культивирования вес эмбрионально-суспензорной массы (ЭСМ) увеличивается в 2 раза. За год с одной Кл можно получить до 3 кг эмбриогенной культуры и до 1 млн. зародышей и растений. Цитологические исследования показали, что размножение эмбриогенных культур *in vitro* в основном идет за счет кливажа глобул соматических зародышей, расщепления клеток суспензора и его почкования. Микросателлитный анализ по девяти микросателлитным локусам пролиферирующих клеточных линий показал их слабую изменчивость. По данным цитогенетических исследований пролиферирующие Кл в возрасте один-два года содержали клетки с диплоидным набором хромосом, характерным для данного вида (2n=24). Длительно пролиферирующие культуры (7-10 лет) оказались нестабильными. Только одна Кл 6 характеризовалась стабильностью хромосом. Генетическая стабильность этой линии была подтверждена данными микросателлитного анализа.

При последующих обработках из ЭСМ на средах с АБК получали зрелые соматические зародыши, а затем на безгормональной среде выращивали регенеранты. Клонированные сеянцы периодически высаживались в теплицу и в почву лесопитомника.

Микросателлитный анализ показал полное соответствие клонированных семилетних деревьев *Larix sibirica* КЛ 6, из которой они были получены и дереву-донору.

На основании проведенных исследований нами создается новая лесная продукция на основе массового получения клонированных саженцев – сортов хвойных видов. Прикладное значение проекта состоит во внедрении разрабатываемой технологии для лесовыращивания. Научная новизна решаемых задач заключается в том, что впервые в России будет проведено клональное размножение экологически чистых быстрорастущих хвойных видов на основе соматического эмбриогенеза.

Исследование выполнено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 18-54-00010 Бел_а.

Список использованных источников:

1. Park Y-S. Commercial implementation of multi-varietal forestry using conifer somatic embryogenesis. In: Proccedings IUFRO joint Conference of Division 2, Forest Genetics and Tree Breeding in the Age of Genomics: Progress and Future, 1-5 November, 2004, Charleston, SC, USA, 2004. – P. 139.

2. Park Y-S. Conifer somatic embryogenesis and multi-varietal forestry. In: Fenning T (ed.) Challenges and Opportunities for the World's Forests in the 21st Century. Forestry Sciences, Springer, Dordercht 81, 2014. - P. 425–439.

3. Pullman G.S. Embryogenic tissue initiation in loblolly pine (*Pinus taeda* L.). In: Step Wise Protocols for Somatic Embryogenesis of Important Woody Plants, 2nd Edn, Vol. 1, eds. S.M. Jain and P.K. Gupta. Cham: Springer, 2018. - P. 13–31.

4. Третьякова И.Н. Способ микроклонального размножения лиственницы сибирской в культуре *in vitro* через соматический эмбриогенез на среде аи для плантационного лесовыращивания. Патент РФ № 2 456 344 от 20.07.2012. Бюл. №20.

5. Litvay J.D., Verma D.C., Johnson M.A. Influence of a loblolly pine (*Pinus taeda* L.) culture medium and its components on growth and somatic embryogenesis of the wild carrot (*Daucus carota* L.). Plant Cell Reports. – 1985. – Vol. 4. - P. 325-328**.**

6. Gupta P.K., Durzan, D.J. Shoot multiplication from mature trees of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) and sugar pine (*Pinus lambertiana*). Plant Cell Reports. - 1985. - Vol. 4. - P. 177–179.

СНИЖЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Тупик П.В., Поплавская Л.Ф., Ребко С.В.
Белорусский государственный технологический университет, Беларусь
pavel_tupik@belstu.by

За последние годы в лесном хозяйстве Республики Беларусь остро стоит проблема ослабления и усыхания сосновых насаждений от короедного повреждения деревьев. Масштабы этого усыхания по силе развития и интенсивности превышают все известные ранее патологии в наших лесах. По мнению большинства ученых и практиков-лесоводов, неблагоприятные погодно-климатические условия, засушливые годы, а также нехватка влаги послужили вспышкой численности насекомых-короедов, в результате чего сосновые насаждения подверглись ослаблению на больших территориях. С начала 2018 года и по настоящее время вспышки массового размножения начали приобретать массовый характер. По мнению ряда ученых, в последнее время площадь повреждения продолжает расширяться и в недалеком будущем накопление короедного запаса в сосновых лесах может достичь критического уровня [1]. Столь масштабные лесопатологические процессы в сосняках исследователи связывают с климатическими изменениями, уменьшением количества осадков, приводящих к ослаблению защитных функций деревьев и способствующих размножению стволовых насекомых. По мнению исследователей, агрессивнее всего в современных условиях сосну атакует короед вершинный. Этот крошечный жук в естественных устойчивых насаждениях повреждает только сильно ослабленные деревья [1-2].

Опасения ученых подтверждаются также данными о повышении активности вершинного короеда и в европейских странах. Поскольку формация сосновых лесов занимает половину площади всех лесов Беларуси, усыхание даже 1% из них обернется не только большим ущербом для лесного хозяйства, но и окажет негативное влияние на экономику и экологию в масштабе республики. С таким фактом массового ослабления сосняков специалисты столкнулись впервые за всю историю ведения лесного хозяйства в нашей стране [2].

По мнению ряда ученых, если дефицит атмосферных осадков при росте средних годовых температур сохранится и в последующие годы, трудно предположить, в какие объемы усыхания выльется эта атака вредителей на ослабленные сосняки. Результаты обследования усыхающих насаждений показали, что в основном к ним относятся насаждения, которые характеризуются высокой продуктивностью и являются чистыми по составу. Основным типом условий местопроизрастания наиболее часто повреждаемых насаждений являются свежие боры и субори (A_2, B_2).

Осенью 2018 года нами были проведены исследования, целью которых стало выявление сосновых насаждений, наиболее подверженных короедному усыханию. Данная работа была проведена в ГЛХУ «Лельчицкий лесхоз», который расположен в южной части республики на территории Полесья и граничит с Украиной. В целом лесхоз характеризуется преобладанием сосновых лесов. Северная граница лесхоза совпадает с границей сплошного распространения ареала ели европейской.

Распределение усохших сосняков по почвенно-типологическим группам (таблица 1) показало, что наиболее уязвимыми оказались почвенно-типологические группы (ПТГ) 7 и 12, что соответствует соснякам мшистым и черничным. Также наблюдается увеличение площадей усыхания сосновых насаждений почвенно-типологических групп 9 и 10, что соответствует соснякам орляковым с типом условий местопроизрастаний B_2. Почвы здесь относятся к автоморфным супесчаным оглеенным внизу, горизонт оглеения отмечен на глубине 1 м. Характерной особенностью оглеенных внизу почв является то, что верхние горизонты почвенного профиля не имеют признаков переувлажнения, а на глубине 1 м и глубже появляются признаки заболачивания в виде ржаво-охристых пятен и серовато-белесого раскисленного горизонта.

Таблица 1 – Распределение усохших сосняков по почвенно-типологическим группам в разрезе лесничеств, %

Почвенно-типологические группы (ПТГ)														
№ п/п	Наименование лесничества	1	3	5	6	7	8	9	10	12	13	16	34	35
1	Замошское	–	–	–	–	63,2	–	–	24,4	–	9,8	–	2,6	–
2	Острожанское	5,4	–	–	5,0	57,7	17,5	2,2	–	8,6	3,3	–	0,3	–
3	Дубровское	–	–	–	0,9	27,4	1,9	21,9	38,1	7,8	2,0	–	–	–
4	Лельчицкое	–	–	–	6,3	20,4	16,5	3,4	25,3	4,8	22,9	–	–	–
5	Буйновичское	–	–	–	1,3	69,4	–	1,0	–	24,2	4,1	–	–	–
6	Марковское	0,9	–	0,3	7,4	35,6	12,0	13,7	1,0	22,9	2,0	–	0,8	–
7	Жмурнянское	2,2	–	–	18,0	34,1	15,5	1,9	–	17,3	2,2	4,4	0,7	3,7
8	Стодоличское	–	–	–	6,2	46,4	–	15,9	–	30,5	–	0,2	–	0,8
9	Гребеневское	–	–	–	1,0	63,4	10,0	7,5	–	17,0	–	–	1,1	–
10	Поселковое	–	1,5	4,9	1,8	8,3	18,8	–	–	23,2	41,2	–	–	0,3
В среднем по лесхозу		0,6	0,1	0,2	4,3	40,9	6,7	7,7	14,8	15,6	7,4	0,4	0,3	1,0

Примечание: ПТГ 1 – Сосняки лишайниковые на мощных рыхлых эоловых песках; ПТГ 3 – Сосняки мшисто-орляковые на сухих эродированных дерново-подзолистых супесчаных и, реже, песчаных почвах, вершины всхолмлений; ПТГ 5 – Сосняки вересково-мшистые на автоморфных песках в зонах краевых образований; ПТГ 6 - Сосняки мшисто-вересковые на автоморфных мощных рыхлых песках в зонах покатых возвышений; ПТГ 7 – Сосняки вересково-мшистые на дерново-подзолистых автоморфных и снизу оглеенных песчаных почвах; ПТГ 8 – Сосняки орляково-мшистые на дерново-подзолистых автоморфных песчаных почвах иногда подстиланием мореной глубже 1 м; ПТГ 9 – Сосняки орляковые на дерново-подзолистых автоморфных и контактно-оглеенных песчаных и супесчаных почвах различной литологии; ПТГ 10 – Сосняки мшистые на старопахотных автоморфных мощных песчаных почвах; ПТГ 12 - Сосняки и ельники орляково-черничные на полугидроморфных дерново-подзолистых почвах разного состава; ПТГ 13 – Сосняки черничные на дерново-подзолистых полугидроморфных песчаных почвах в зоне слабоминерализованных мягких грунтовых вод; ПТГ 16 – Дубравы чернично-кисличные на дерновых оподзоленных песчаных, реже супесчаных почвах; ПТГ 34 – Сосняки долгомошно-черничные на торфянисто-глеевых почвах переходного типа; ПТГ 35 – Сосняки и березняки чернично-долгомошные на торфяниках болот переходного типа мощностью до 50 см.

Таблица 2 – Распределение усохших сосновых насаждений по типам леса, классам возраста и происхождению

Типы сосняков, в которых наблюдалось усыхание	Площадь усохших насаждений, га	Процент от общей площади усыхания,%	Процент от площади усыхания, приходящийся на лесные культуры, %	В т. ч. по классам возраста													
				I			II			III			IV			V		
				га	%	в т. ч. культур	га	%	в т. ч. культур	га	%	в т. ч. культур	га	%	в т. ч. культур	га	%	в т. ч. культур
Лишайниковый	7,1	0,5	39,4	–	–	–	1,7	23,9	35,3	3,6	50,7	66,6	1,8	25,4	–	–	–	–
Вересковый	47,9	3,8	48,4	6,6	13,8	100,0	9,2	19,2	52,3	13,6	29,0	74,81	15,6	32,6	19,9	2,6	5,4	–
Мшистый	752,3	60,3	42,0	5,6	0,7	94,6	17,6	2,3	84,1	257,3	34,2	83,5	352,1	46,8	21,6	119,6	15,9	13,9
Черничный	254,2	20,5	12,3	0,5	0,2	100,0	6,9	2,7	52,2	83,7	32,9	25,7	91,4	36,0	6,5	59,3	23,3	–
Орляковый	172,7	13,8	46,1	0,8	0,5	100,0	4,1	2,4	90,2	55,8	32,3	76,9	99,5	57,6	41,4	12,5	7,2	–
Долгомощный	13,5	1,1	6,6	0,3	2,2	–	2,4	17,8	12,5	3,4	25,2	8,8	5,0	37,0	–	1,7	12,6	–
Итого	1237,2	100	37,4	13,8	1,1	94,2	41,9	3,6	64,4	417,4	33,5	66,9	565,4	45,3	22,9	195,7	15,7	6,8

В условиях Полесья, где почвы формируются на песчаных почвообразующих породах с неблагоприятным водно-воздушным режимом, нахождение близко к поверхности грунтовых вод положительно влияет на рост насаждений. Снижение уровня грунтовых вод, которое наблюдается на Полесье в связи с проведением в 70-ые годы осушительной мелиорации и регулярно повторяющихся засух во время вегетационного периода привели к ослаблению насаждений и в первую очередь наиболее высокопродуктивных средневозрастных и приспевающих. В этом возрасте замедляется рост в высоту, однако идет интенсивный рост по диаметру. Потребление питательных элементов и влаги в этом возрасте максимальное.

Данные таблицы 2 показывают, что наибольшие площади усохших сосняков по всем типам леса приходятся на III и IV классы возраста. Необходимо отметить, что в этом возрасте снижается не только прирост в высоту, но и замедляется нарастание всасывающих корней и растения испытывают затруднение в поглощении влаги и растворенных в ней питательных элементов с более глубоких слоев почвы. Снижение уровня грунтовых вод в условиях песчаных почв на 1 м и более не позволяет обеспечить подъем капиллярной влаги на достаточную высоту, что, на наш взгляд, и привело к ослаблению сосняков, расположенных на дерново-подзолистых оглеенных внизу, а также временно избыточно увлажненных (слабоглееватых) песчаных и супесчаных почвах. Ослабленные в результате снижения уровня грунтовых вод и продолжительных летних засух сосновые насаждения подверглись нападению короедов, у которых, из-за сравнительно теплых зим и наличия кормовой базы, отмечена вспышка массового размножения.

Менее подверженными усыханию оказались молодняки первого и второго классов возраста. Это объясняется тем, что в этом возрасте идет активный рост в высоту и соответственно нарастание всасывающих корней. Растения в этом возрасте способны адаптироваться к изменяющимся условиям. Наличие в этом возрасте отдельных усохших насаждений объясняется поражением их корневой губкой. Как правило, эти насаждения представляют собой лесные культуры, созданные на землях, вышедших из-под сельхозпользования. Ослабление таких насаждений произошло из-за наличия уплотненного горизонта почвы (так называемой подпочвенной подошвы) образовавшегося вследствие применения тяжелой сельскохозяйственной техники.

В целом по лесхозу доля лесных культур, подверженных усыханию составила 37,4%. В разрезе типов леса наиболее уязвимыми оказались искусственные насаждения вересковых, мшистых и орляковых типов сосняков.

В мшистом типе леса доля лесных культур в молодняках и средневозрастных насаждениях составила от 83,5% до 94,6%. Наличие большого количества усохших искусственных насаждений третьего класса возраста в сосняках мшистых, орляковых и вересковых также объясняется ослаблением их в результате климатических факторов и большой долей насаждений с очагами корневой губки. С возрастом доля лесных культур подверженных усыханию снижается и в четвертом классе возраста она составляет 22,9%. В спелых насаждениях лесные культуры, подверженные усыханию, практически не встречается. Наиболее устойчивыми оказались лесные культуры в черничном типе леса, где их доля усыхания составила в среднем 12,3%.

Список использованных источников:

1. Звягинцев В.Б. Новое патологическое явление. – СБ. Беларусь сегодня. – 05.01.2018. – С. 7–8.

2. Сазонов А.А., Кухта В.Н. Жизненный цикл вершинного короеда в сосняках Беларуси. Лесное и охотничье хозяйство. – 2018. – №7. – С. 8-11.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ДЕНДРОХРОНОЛОГИЯ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Утебекова А.Д.[1], Майсупова Б.Д.[2], Ахметов Р.С.[2], Досманбетов Д.А.[2], Дукенов Ж.С.[2], Бектурганов А.Н.[2], Нугманов Д.К.[2]

[1]Казахский национальный аграрный университет, Казахстан arunia190482@mail.ru

[2]Алматинский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации», Казахстан los-almaty@mail.ru

В настоящее время во всем мире проблема изменений природной среды и климата стала важным направлением научных исследований. В последние несколько десятилетий, как в Казахстане, так и во всем мире возрастает количество катастроф природного и техногенного характера, причинами которого являются увеличение плотности населения Земли, прогрессирующая урбанизация территорий. Антропогенный фактор становится источником настоящих и будущих катастроф, поскольку, как считают многие ученые, современный человек представляет главную угрозу уничтожения биосферы.

Чрезмерное использование пресной воды, энергетических ресурсов, массовая вырубка леса, бездумное преобразование природных ландшафтов, осушение болот, сокращение лесных площадей, интенсивные химические методы ведения сельского хозяйства, выбросы загрязняющих веществ и замусоривание природы отходами, а также прочее бескультурье и потребительский образ жизни и деятельности человека оказывают разрушительное воздействие на природную среду, приводя к сокращению биологического разнообразия и необратимому разрушению биосферы.

Начиная примерно с 1860 года - времени первых инструментальных замеров приземной температуры воздуха - вплоть до настоящего времени отмечается постепенный рост температуры на Земле. По данным Национального агентства США по аэронавтике и исследованию космического пространства, на планете стало теплее за столетие на 0,8 градуса. Потепление неравномерно (в высоких широтах изменения температуры почти в 3,5 раза больше, чем у экватора) и ярче выражено зимой. В качестве индикатора повышения температуры на Земле может служить уменьшение толщины льдов Арктики, которая сократилась с 3,12 м в 1960-е гг. до 1,8 м в 1990-х гг. Кроме того, площадь распространения сезонных морских льдов Арктики постоянно уменьшалась со средней скоростью 2,8% за 10 лет. Изменение климата в Арктике происходит намного быстрее, чем в остальных регионах планеты, одновременно ускоряя потепление и повсюду.

Аналогичные изменения наблюдаются с шельфовыми ледниками Антарктиды, которые в последние годы активно разрушаются. На Кавказе за последние 150 лет произошло отступление ледников на 0,8-1,7 км и сокращение их площади на 16% [1].

По расчетам специалистов, темпы потепления в Арктике в XXI в. будут в 22,5 раза выше, чем во всем мире. Ряд ученых считает, что рост температуры воздуха обусловлен изменением солнечной активности, вследствие чего и наблюдается повышенное поступление углекислого газа в атмосферу из биоты (моря, океаны, растительность). Эта позиция во многом подтверждается сравнением массы углекислого газа, поступающего в атмосферу: техногенные поступления по массе значительно уступают естественным. Несмотря на существование различных точек зрения на процесс изменения климата, по всеобщему признанию необходимо четко представлять причины, характер и последствия этого явления, что может если не предотвратить, то, по крайней мере, смягчить отрицательные последствия климатических изменений [2].

Согласно астрономическим данным, Солнце больше не греет Землю, как прежде, и наша планета в течение последних 12,5 лет испытывает дефицит солнечной энергии. Сейчас мы живем в условиях «остывающего» Солнца и если бы на климат не влияла деятельность людей, следовало бы ожидать беды не от таяния льдов, а, напротив, от их наступления. Похолодание должно продлиться 45-65 лет, и после этого сменится потеплением в ходе очередного двухвекового цикла. Отсюда следует, что насыщение воздуха парниковыми газами может быть не столько причиной глобального потепления,

сколько следствием длительного роста температуры атмосферы при возрастании величины солнечной постоянной.

В настоящее время наиболее острыми экологическими проблемами в Республике Казахстан по-прежнему остаются проблемы связанные с изменением климата и озонового слоя, сокращением биоразнообразия, опустыниванием, загрязнением водных ресурсов, воздуха, накоплением отходов производства и потребления. Основным источником эмиссий парниковых газов в Казахстане остается энергетическая деятельность, доля которого практически не изменилась и составила в 2005 году 78,0%. Начало восстановления озонового слоя над Казахстаном, так же как и над планетой в целом, может наступить в последующие тридцать лет при условии прекращения выпуска озоноразрушающих веществ [3].

Ускоренное таяние ледников угрожает экономическому и социальному состоянию населения горных и предгорных районов из-за участившихся лавин, затоплений или, наоборот, снижения полноводности и как следствие сокращения запасов пресной воды. Отечественному наблюдателю ближе всего понятны проблемы водности рек Средней Азии, которые имеют ледниковое питание. Гибель Аральского моря на глазах современного поколения была следствием не только близорукой политики советского правительства, но и протекавших одновременно климатических явлений, а именно сокращения запасов льда в горных ледниках Памира и Тянь-Шаня. Большие изменения на Памире и Тянь-Шане должны усилить весенние паводки, сделав их более опасными, но зато сократить расходы воды в межень, вызвав острый дефицит воды летом. Ледники Памира и Алтая за последние полсотни лет потеряли более четверти запасов льда, и этот процесс продолжает развертываться. То же происходит и в Гималаях, где ледники обеспечивают водой около 40% населения Земли - через систему семи азиатских рек. За последние пять лет площадь высокогорных ледников Китая, где берут начало крупнейшие реки Азии (Янцзы, Меконг, Хуанхэ, Ганг и Брахмапутра), сократилась почти на 20% [4].

Исчезновение ледников, питающих несколько рек, повлечет за собой разрушение всей экосистемы и экономики близлежащих регионов, и поставит под угрозу биоразнообразие этих территорий.

При повышении температуры приземной атмосферы до 1°С, прогнозируется изменение видового состава леса, являющегося естественным накопителем углерода. При этом переход от одного типа леса к другому будет сопровождаться выделением большого количества CO_2. Особо следует упомянуть ущерб для лесов. Усыхание лесов считают одним из наиболее очевидных последствий изменения климата. Оно наносит огромный ущерб лесному хозяйству и создает угрозу катастрофических лесных пожаров, которые не только наносят ущерб природе, но и уничтожают запасы ценной древесины, являющейся сырьем для деревообрабатывающей и лесохимической промышленности.

Изменение климата уже привело к увеличению продолжительности пожароопасного периода. Выделяемый при пожарах углекислый газ усиливает изменение климата, а это в свою очередь вызывает рост количества пожаров. Потери леса от лесных пожаров и от засух, отчасти будут уравновешены более интенсивным ростом лесов вследствие увеличения концентрации CO_2 и продвижением лесной зоны в более высокие широты.

Решить проблему данных о климате и природной среде прошлого позволяют источники косвенной информации. Один из таких источников - годичные кольца деревьев. Продолжительность жизни деревьев может достигать нескольких тысяч лет и в годичных кольцах деревьев содержится информация о климате, гидрологическом режиме и других изменениях природной среды, при этом древесная растительность может быть надежным индикатором условий среды и природных процессов.

Наиболее полно индикаторные возможности деревьев используются в древесно-кольцевом анализе, который позволяет оценивать по величине радиального прироста деревьев изменения основных климатических переменных - температуры воздуха и осадков, а также гидрологических, геоморфологических, мерзлотных и сейсмических

процессов и изменений. Дендрохронология (получение и анализ древесно-кольцевых хронологий) является наиболее точным методом исследования, который позволяет восстановить погодичную последовательность изменений климата и экологической обстановки прошлых лет в пределах конкретной территории, крупного региона или даже в глобальном масштабе за несколько столетий и тысячелетий [5].

Погодные условия отдельных сезонов имеют свои индивидуальные черты, заключающиеся в особом ходе температуры и внутрисезонном распределении осадков. Эти особенности определяют сроки начала клеточных делений в меристемах, скорость роста в отдельные интервалы сезона, сроки окончания роста и в целом сезонный ход кривой роста. Считается, что температура – наиболее важный фактор в инициации ростовой активности меристем. В то же время низкая влажность почвы может быть причиной более ранней остановки роста в сезоне. Так или иначе, нельзя разделить влияние температуры и влияние увлажненности среды на рост древесных колец. Более правильной будет точка зрения, что ускорение или замедление ростовых процессов в отдельные интервалы сезона определяются совместным влиянием температуры и увлажнения.

Возможность использования особенностей строения годичных древесных колец для определения экологических условий в годы формирования колец основана на двух принципах: 1) принцип синхронности погодичной изменчивости прироста у разных деревьев в сообществе; 2) принцип постоянства реакции древесного растения на внешние воздействия (в частности, климатические) на протяжении большей части его жизни.

Ширина годичного кольца является одной из характеристик роста дерева, которая интегрирует внешние воздействия за весь сезон, поэтому синхронность погодичных изменений прироста отдельных деревьев свидетельствует о том, что общая компонента реакции у разных деревьев значительно превосходит индивидуальную изменчивость. Можно полагать, что и многие другие показатели структуры годичных колец, зависящие от кинетики сезонного роста деревьев, должны так же, как и ширина годичного кольца, показывать синхронность погодичных изменений. Это предположение неоднократно экспериментально доказана синхронность погодичной изменчивости плотности годичных колец у различных деревьев в сообществе.

Список использованных источников:

1. Акимов В.А., Владимиров В.А., Измалков В.И. Катастрофы и безопасность. - М.: Деловой экспресс, 2006. – 392 с.

2. Бондаренко Л.В., Маслова О.В., Белкина А.В., Сухарева К.В. Глобальное изменение климата и его последствия. Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. - 2018. - №2(98). – С. 84-93.

3. Лебедев С.Н. Анализ состояния экологической сферы в странах СНГ. Официальный сайт Интернет-портала СНГ, 2011.

4. Корзун В.А. Изменения климата: причины, прогнозы, возможные последствия для мировой экономики. – М.: ИМЭМО РАН, 2012. – 61 с.

5. Шиятов С.Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале. – М.: Наука, 1986. – 136 с.

СОСТОЯНИЕ ПОЙМЕННЫХ ДУБРАВ В ДОЛИНЕ РЕКИ УРАЛ В КАЗАХСТАНЕ

Утешкалиев М.Д.[1], Ахметов Р.С.[2]
[1]Западно-Казахстанский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации», Казахстан zapad_lh@mail.ru
[2]Алматинский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации», Казахстан ars_28@mail.ru

По долине среднего течения Урала проходит юго-восточная граница распространения дуба черешчатого - ценнейшей древесной породы европейских лесов. Большинство лесов носит куртинный характер и находится среди обширных пойменных луговых угодий, образуя негустые насаждения, местами переходящие в редины. Наиболее высокорослые насаждения встречаются по ежегодно затопляемым затонам и старицам.

Дубравы поймы Урала Ф.Н. Мильков [1] назвал «последней вспышкой расцвета растений дубравного комплекса остановленного в своем движении на юго-восток сухими степями». Они располагаются на высоких уровнях поймы, заливаемых вешними водами на короткий срок.

Дуб черешчатый является своеобразным символом природы и занимает 2 316,3 га на территории Западно-Казахстанской области (Бурлинское государственное учреждение лесного хозяйства – 1 384,3 га, Январцевское государственное учреждение лесного хозяйства – 932,0 га) и служит экологическим каркасом территории, выполняет важные почвозащитные, водоохранные, водорегулирующие и санитарно-гигиенические функции.

Дубовые леса занимают повышенные элементы рельефа центральной и притеррасной поймы. В нижнем отрезке среднего течения дубовые леса исчезают, а лесообразующими породами служат вяз, тополь и ветла.

Однако современное состояние дубрав на территории Казахстана вызывает обоснованную тревогу и озабоченность не только лесоводов, руководителей органов и государственной власти, но и население.

В настоящее время под воздействием различных факторов происходит изменение условий произрастания дубрав и ухудшение их общего состояния.

За последние 50 лет дубравы поймы р. Урал сильно пострадали от воздействия комплекса неблагоприятных абиотических и биотических факторов.

Из-за сильных морозов, засух, повреждения листогрызущими насекомыми и мучнистой росой произошло значительное усыхание дубрав.

Восстановление усыхающих пойменных дубрав проблема, которая стоит в настоящее время перед лесоводами. Массовое усыхание искусственных и естественных насаждений происходит в бассейне р. Урал в результате изменения лесорастительных условий, что вызвано явным или «скрытым» регулированием гидрологического режима реки.

Анализ последнего показывает, что после зарегулирования р. Урал Ириклинским гидроузлом, в низовьях сократились максимальные расходы воды в паводок по сравнению с расходами до зарегулирования. Если до зарегулирования стока половодье заканчивалась в июле-августе, то сейчас межень наступает в конце июня, снизились уровни полых вод.

Однако сокращение продолжительности паводка после зарегулирования удлиняет до одного месяца срок воздействия зональных (климатических) факторов на лес, вызывает изменение лесорастительных условий и состояние древостоев. Это свидетельствует о снижении роли гидрологического фактора пойменных дубрав, что подтверждается деградацией растительного покрова под влиянием зарегулирования стока: растительность из интразональной (пойменный высокопродуктивный лес) трансформируется в зональную [2].

В соответствии с режимом паводков находятся и грунтовые воды, обильно снабжавшие пойменный лес влагой в течение всей вегетации. В целом в пойме р. Урала увеличилась глубина залегания грунтовых вод.

После зарегулирования стока или естественного уменьшения водности реки дополнительное увлажнение грунтовыми водами в дубравах происходит лишь в начале вегетации.

Дубовые насаждения не отличаются высокой производительностью, их средний класс бонитета 3-4. Средние бонитеты насаждений следует считать близкими к оптимальным для данных лесорастительных условий.

Преобладают среднеполнотные (0,5-0,7) насаждения, составляющие 79,4% площадей, на долю высокополнотных приходится 1,0% насаждений дуба.

Общий запас дубовой древесины составляет 17 273 дес. $м^3$, а средний запас на 1 га – 124 $м^3$.

Наибольшие территории занимают насаждения дуба 4-7 классов возраста, здесь их площади составляют 88,3%, а преобладающими являются 6-7 классы возраста.

Лесоводственные, лесозащитные мероприятия в дубравах проводятся с учетом их состояния, однако их продуктивность и санитарное состояние остается неудовлетворительным и процесс усыхания дубрав продолжается. Основные причины этого – резкое изменение гидрологического режима территории и неблагоприятные климатические условия [3].

Методы ведения лесного хозяйства в дубравах Бурлинского и Январцевского госучреждений до настоящего времени являются традиционными и не учитывается динамика лесорастительных условий. Благоприятная гидрология предшествующего усыханию периода способствовала формированию густых насаждений со слаборазвитыми кронами и корневыми системами.

Анализ показал, что в первую очередь начали усыхать отставшие в росте деревья, а так как их было большинство, то усыхание леса стало массовым.

Своевременная выборка отставших в росте деревьев - действенная профилактическая мера борьбы с усыханием.

Сильное угнетающее влияние на лес оказывает и нерегулируемый выпас скота: уничтожение подлеска усиливает доступ света под полог, создает условия для массового размножения лесных вредителей и развития болезней.

Поэтому при одинаково хороших водно-физических свойствах почвогрунтов лучшая устойчивость наблюдается в дубравах с подлеском, по сравнению с аналогичными насаждениями, где подлесок уничтожен в результате неумеренного выпаса. Таким образом, сами по себе лучшие лесорастительные условия еще не гарантируют лучшего состояния дубрав, если нарушена лесная обстановка.

Качественные различия лесорастительных условий, пестрота почвенного покрова, необходимость сохранения коренных типов леса, увеличения долговечности спелых лесов - все это определяет в сложившихся гидрологических условиях необходимость проведения хозяйственной деятельности.

Неотложными задачами госучреждения являются: проведение лесоводственных работ в дубравах, замена порослевых дубрав на семенные с использованием качественного посадочного материала, увеличение объемов закладки лесных культур дуба по раскорчеванным полосам, исключая использование дубравных площадей под создание культур других пород, проведение рубок ухода в необходимых объемах в культурах дуба, не допуская зарастания их мягколиственными породами.

Необходимо повысить качество лесопатологического надзора, шире проводить истребительные меры борьбы с вредителями и болезнями дуба с использованием биологических средств защиты леса, установить жесткий контроль за соблюдением правил сенокошения в дубравах, а также борьбу с потравами культур дуба скотом.

Искусственное возобновление возможно только при высокой агротехнике подготовки почвы, посеве и посадке в сжатые агротехнические сроки, наличии большой площади питания, борьбе с сорной растительностью, рыхлении почвы в рядах и междурядьях, широкой механизации, внедрения прогрессивных форм организации труда.

Зная основные причины усыхания, можно правильно определить объемы и виды лесохозяйственных работ и проводить экологически обоснованные мероприятия, которые должны разрабатываться с учетом интересов человека и окружающей его природы в целом.

В связи с ухудшением состояния дубрав, их естественного возобновления необходимо уделить внимание глубокому изучению причины этого явления и искусственное их восстановление.

Список использованных источников:

1. Мильков Ф.Н. Чкаловские степи. - Чкалов: Чкаловское книжное изд-во, 1947. - 92 с.

2. Шишкин А.В. Состояние и меры по улучшению ведения лесного хозяйства в дубравах Волгоградской области. Экспресс-информация. Лесоводство и лесоведение. ЦВНТИ Гослесхоз, 1983. - С. 19-23.

3. Шульга В.Д. Экологическое обоснование способов ведения лесного хозяйства в поймах ЕТС. Экспресс-информация. Лесоводство и лесоведение ЦБНТ и Гослесхоз СССР, 1983. - С. 11-15.

РАЗЛИЧИЯ В НАПРАВЛЕНИЯХ ПОСЛЕЛЕДНИКОВЫХ МИГРАЦИЙ У НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ХОЛОДОСТОЙКИХ КУСТАРНИКОВ

Хантемирова Е.В.
Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук, Россия hantemirova@mail.ru

В настоящее время изменчивость многих видов древесных растений изучена с помощью молекулярных методов, что позволяет оценить количество и распределение генетической изменчивости внутри видов, и дает материал для размышлений об истории их расселения. В основном такие работы проводятся на лесообразующих хвойных и лиственных породах, играющих значительную роль в круговороте вещества и энергии в экосистемах. Можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis* L.) и ольховники (*Alnus alnobetula* (Ehrh.) K. Koch s. l.) относятся к тем видам, которые не образуют больших массивов, находятся обычно в подчиненном ярусе сосновых и еловых лесов, либо приспособились к существованию в экстремальных арктических и высокогорных условиях, но, тем не менее, в определенные климатические эпохи играли важную роль в сложении растительного покрова.

Несмотря на то, что один из этих видов принадлежит к хвойным, а другой к лиственным породам, они имеют ряд общих особенностей. Имея теплолюбивых предков в Восточной Азии, оба вида приобрели в процессе эволюции свойства холодостойкости и морфологической пластичности, высокую плотность побегов и способность их к полеганию, с дальнейшим укоренением и образованием стланиковых форм. Поэтому в ледниковый период эти виды могли выживать в микрорефугиумах, при потеплении расселяясь [1]. По данным пыльцевого анализа в раннем голоцене в зоне современных бореальных лесов можжевельник и ольховник являлись основными компонентами растительного покрова типа arctic/alpine dwarf shrub [2-4]. В дальнейшем потепление климата и/или конкуренция с видами деревьев, такими, как ель, например, ограничило распространение этих видов высотами выше границы леса или подлеском хвойных лесов.

Казалось бы, современные ареалы этих кустарников тоже должны совпадать, однако они имеют некоторые отличия. Ареал можжевельника действительно циркумбореальный, он охватывает практически всю Евразию, переходя на севере за 70-ю широту. Ареал ольховника на север заходит так же далеко, но на западе он фактически ограничен Уральскими горами. Ольховник есть в Альпах, но отсутствует в Скандинавии. Чтобы выяснить причины этих различий мы сравнили предполагаемые истории послеледниковых миграций этих видов с помощью генетических маркеров (анализа изменчивости фрагментов хлоропластной ДНК).

Филогенетический анализ показал, что популяции обоих видов восточного края ареала в Евразии (северо-востока России, Камчатки, Сахалина и Приморья) значительно отличаются от популяций остального ареала [5-6]. Несколько горных цепей на северо-востоке России (Верхоянский хребет), в юго-восточной России (Становой хребет, Джуджур) и северо-восточном Китае (Большой Хинган), возможно, способствовали изоляции видов растений и животных на этой территории во время оледенения, а более стабильные экологические условия и отсутствие покровного оледенения могли создавать локальные убежища для них в периоды похолоданий и способствовать аллопатрическому видообразованию. Однако дальневосточная генетическая группа у можжевельника оказалась более однородна, чем у ольховника. И северные, и южные популяции дальневосточного можжевельника имеют общие гаплотипы и в отдельный подвид или разновидность не выделяются. У ольховников дифференциация в этой части ареала выражена гораздо больше. Можно сказать, что большинство гаплотипов, обнаруженных нами у ольховников на всем евроазиатском ареале, находится именно здесь. Они образуют несколько генетических групп, которые соответствуют подвидам ольховника, которые принято выделять по морфологическим признакам: *A. alnobetula* subsp. *kamtschatica, A. alnobetula* subsp. *mandschurica* и *A. alnobetula* subsp. *maximowiczii.*

На всей остальной территории в восточной и западной Сибири к западу вплоть до Уральских гор у ольховника распространен один основной гаплотип, который соответствует

азиатскому подвиду *Alnus alnobetula* subsp. *fruticosa*. Мы предполагаем, что ольховник в этой части ареала пережил эффект «бутылочного горлышка», расселившись из района Берингии.

У можжевельника, наоборот, в этой более западной части ареала наблюдается высокое внутрипопуляционное генетическое разнообразие, особенно в северных популяциях Скандинавии, Полярного Урала, Якутии, но низкая дифференциация, что может свидетельствовать о древнем расселении можжевельника из какого-то одного источника с последующим ледниковым выживанием в северных микрорефугиумах.

Изоляция ольховника в горах центральной Европы привела к возникновению подвида *Alnus alnobetula* subsp. *alnobetula*, который морфологически и генетически заметно отличается от азиатских ольховников. Можжевельник, растущий там же, имеет общие гаплотипы с популяциями Северной Европы, Урала, Сибири, но часть гаплотипов близка к дальневосточным. В отдельный подвид он не выделяется ни по морфологическим признакам, ни по генетическим.

Все это свидетельствует о более эффективном потоке генов у можжевельника по сравнению с ольховником. Причины этих различий могут быть обусловлены либо какими-то историческими причинами, либо заключаться в разных способах распространения генетического материала у этих видов. Известно, что оба вида имеют очень мелкую пыльцу, которая эффективно рассеивается ветром на большие расстояния. Хлоропластная ДНК наследуется у ольховника по материнской линии. У большинства хвойных видов это наследование идет по отцовской линии, однако для можжевельника есть сведения, что по материнской. Следовательно, различие может быть в системе распространения семян. Легкие семена ольховника успешно распространяются по рекам и зимой ветром по насту. Своеобразные плоды можжевельника в виде сочных «шишкоягод», которые распространяются птицами и мелкими млекопитающими, представляют собой важное эволюционное приобретение этого вида, которое позволяло ему быстро расселяться в межледниковые периоды. Мы предполагаем, что пути расселения семян можжевельника исторически связаны с миграциями птиц, которые складывались тысячелетиями. Такие пути миграций перелетных птиц, как, например, вдоль всего арктического побережья от Таймыра до Кольского полуострова, или в меридиональном направлении от полуострова Ямал до гор Центральной Европы, в общем, соответствуют характеру распределения генетической изменчивости по ареалу можжевельника обыкновенного.

Работа выполнена в рамках государственного задания института экологии растений и животных УрО РАН и при поддержке гранта РФФИ №18-04-00616.

Список использованных источников:

1. Birks H.J.B., Willis K.J. Alpines, trees, and refugia in Europe. Plant Ecology & Diversity. - 2008. - Vol. 1. №2. - P. 147–160.

2. Bennett K.D., Boreham S., Sharp M.J., Switsur V.R. Holocene history of environment, vegetation and human settlement on Catta Ness, Lunnasting, Shetland. Journal of Ecology. - 1992. - Vol. 80. - P. 241-273.

3. Willis K.J., Van Andel T.H. Trees or not trees? The environments of central and eastern Europe during the Last Glaciation. Quaternary Science Reviews. - 2004. - Vol. 23. - P. 2269-2287.

4. Tarasov P.E., Volkova V.S., Webb T., T., Guiot J., Andreev A.A., Bezusko,L.G., Bezusko T.V., Bykova G.V., Dorofeyuk N.I., Kvavadze E.V., Osipova I.M., Panova N.K., Sevastyanov D.V. Last Glacial Maximum biomes reconstructed from pollen and plant macrofossil data from Northern Eurasia. Journal of Biogeography. - 2000. – Vol. 27. №3. - P. 609-620.

5. Hantemirova E.V., Heinze B., Knyazeva S.G., Musaev A.M., Lascoux M., Semerikov V.L. A new Eurasian phylogeographical paradigm? Limited contribution of southern populations of the recolonization of high latitude populations in *Juniperus communis* L. (Cupressaceae). Journal of Biogeography. - 2017. - Vol. 44. №2. - P. 271-282.

6. Хантемирова Е.В., Пименова Е.А., Корчагина О.С. Полиморфизм хлоропластной ДНК и филогеография ольхи зеленой (*Alnus alnobetula* (Ehrh.) K. Koch s. l.) в Азиатской России. Генетика. - 2018. - Т. 54. №1. - С. 75-86.

РЕТРОДУКЦИЯ, ИЛИ ГИПОТЕЗА ОБОГАЩЕНИЯ ГЕНОФОНДА РАСТЕНИЙ

Царев А.П.
Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, Россия anatolytsa@gmail.com

Опыты по интродукции показали, что не всегда, а чаще всего, как правило, качественные фенотипические характеристики растений, которые были присущи для них в аборигенной зоне, сохраняются в неизменном виде. В России, в частности, это проявилось на соснах из Дармштадта. Семенная фирма Германии торговала семенами сосны из великолепных дармштадских лесов. Такие семена были импортированы и в Россию. Однако ожидаемый эффект был разочаровывающий. Лесные культуры, созданные в Воронежской области, произвели так называемые «пьяные сосны», с характерной кривизной стволов, вызванной провоцирующим влиянием зимних оттепелей и последующим обмерзанием преждевременно проснувшихся верхушечных почек [1]. В то же время местные сосны от этих температурных изменений не страдали.

Неудовлетворительные результаты интродукции лесных древесных растений в XIX-XX веках были обнаружены и в других странах, например при создании насаждений ольхи из Бельгии в Германии [2] и в других случаях, детально проанализированных О.Г. Каппером [3]. Все это привело к необходимости заблаговременно, до массового использования, проводить предварительные географические испытания для выявления более подходящих интродуцентов. Значимость географических испытаний была осознана в целом ряде стран (Франции, Германии, Австрии, Швейцарии, Швеции и др.).

В России пионерами таких исследований были М.К. Турский, В.Д. Огиевский, Н.С. Нестеров, С.А. Самофал и др. В СССР активную позицию по созданию новых географических культур занимали М.М. Вересин, В.П. Тимофеев, А.И. Ирошников, Е.П. Проказин и др.

Эти устремления были поддержаны тогдашними работниками Госкомлеса СССР А.И. Новосельцевой и И.Н. Чеботаревым. К созданию новых полевых экспериментов и анализу существующих данных были привлечены работники лесного хозяйства и множество научных работников страны, т.е. исследование географических экотипов было поставлено на государственную основу [4]. Результатом исследований в нашей стране была разработка географического районирования переброски семян основных лесообразующих пород [5].

В целом можно отметить, что географические испытания во всем мире признаны как необходимый этап лесоразведения. Однако остались некоторые недостаточно изученные аспекты этих исследований. Во-первых, при создании, скажем в нашей стране, географических культур, остался крайне мало изученный аспект почвенно-экологического происхождения семян, не говоря уже о фенологических формах растений или генетической обусловленности их быстрого роста в тех или иных условиях.

Малоизученным остается также вопрос о влиянии модификационной изменчивости на рост, развитие и устойчивость растений в различных условиях местопроизрастания. До сих пор исследователи занимались изучением изменений, которые происходят при интродукции растений из центров их происхождения - Н.И. Вавилов [6-7] и его последователи, или из любых других условий при их интродукции в новые местоположения, как уже отмечено выше. Результатом этих работ был отбор наиболее перспективных растений или их форм для культивирования в этих новых условиях.

А если задуматься над тем, как изменяются генотипы после их культивирования в этих новых условиях? Если отобрать лучшие (а возможно и другие категории) генотипы тех или иных растений в этих новых условиях и вернуть их опять, то есть ретродуцировать, на родину, изменятся ли их генотипы, или, по крайней мере, проявятся ли какие-либо длительные или краткосрочные модификации?

О чем может идти речь? Если это генотипы семенного происхождения, то небезынтересно исследовать, как новые местные опылители и условия местопроизрастания повлияли на изменение генотипа в случае его ретродукции, усилили его зимостойкость, засухоустойчивость, индифферентность к зимним оттепелям, толерантность к почвенному засолению или солонцеватости, устойчивость к поражению грибными заболеваниями, энтомовредителями и др., ослабили или усилили различные хозяйственно ценные признаки или оставили их без изменений.

Если растения размножаются вегетативным путем, то небезынтересно установить, появляются ли какие-то новые модификации и насколько они длительны.

Возможно, что такие работы уже начаты отдельными энтузиастами. Автору известна пока только одна такая работа. В Корейской народной республике национальная тополевая комиссия создает коллекцию генофонда тополя корейского (*P. koreana* Rehder). В эту коллекцию вводятся не только растения этого вида, произрастающие в данной стране, но и в соседних странах (личное сообщение председателя корейской национальной тополевой комиссии Eui Rae Noh, 2012). Создаваемая коллекция позволит получить некоторые ответы на возникающие вопросы по устойчивости, росту и некоторым другим хозяйственно-биологическим характеристикам.

В Швеции было установлено, что ель местная уступает по продуктивности интродуцированной из Прибалтики и Беларуси. Это объясняется тем, что после ледникового периода ель не могла проникнуть в южную Швецию с юга через Балтийское море. Она постепенно продвигалась туда из северной Швеции через Финляндию, подвергаясь отбору суровым климатом. Наиболее быстрорастущие, но чувствительные к холоду биотипы, вероятно, выпали. В результате этого ели из южной Швеции растут медленнее их собратьев, привозимых из западной Европы [8]. Практически важно было бы изучить, насколько можно повысить зимостойкость елей при ретродукции их на север нашей страны (в республики Карелию, Коми и др.) из Швеции.

Во Всероссийском институте лесной генетики, селекции и биотехнологии выведен сорт тополя «Сюрприз» (авторы Царева Р.П. и Царев В.А.) [9]. Он был отобран из семьи, выращенной из семян от свободного опыления тополя итальянской селекции «I-455». Данный клон был интродуцирован из Молдавской лесной опытной станции и введен в коллекцию генотипов ЦНИИЛГИС в 1972 году [10]. Материнское растение этого тополя успело дорасти до первого плодоношения. С него были собраны семена и выращена гибридная семья, от которой впоследствии после цикла полевых испытаний был выведен данный сорт. Исходное растение погибло от холодной зимы после 1982 года в лесостепи. Выведенный же от него сорт «Сюрприз» оказался вполне зимостойким в лесостепи и высокопродуктивным. Целесообразно было бы исследовать, насколько он окажется перспективным в более южных регионах страны.

В целом, теоретически можно предположить, что не только интродукция может служить для обогащения культивируемой арборифлоры в каких-либо регионах мира, но и ретродукция интродуцированных генотипов в места их происхождения может положительно повлиять на разнообразие исходных центров интродукции.

Список использованных источников:

1. Вересин М.М. Рассказы о лесах и деревьях. - Воронеж: Центрально-Черноземное книжное изд-во, 1981. – 111 с.

2. Эйзенрейх Х. Быстрорастущие древесные породы. - М.: Изд. Иностранной литературы, 1959. – 508 с.

3. Каппер О.Г. Изучение экотипов древесных пород. Научные Записки Воронежского лесохозяйственного института. Воронеж: Воронежское обл. книгоизд-во. - 1946. - Т. IX. - С. 56-64.

4. Царев А.П., Погиба С.П., Лаур Н.В. Селекция лесных и декоративных древесных растений: учебник / под общ. ред. А. П. Царева. - М.: МГУЛ, 2014. - 552 с.

5. Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород в СССР. - М.: Лесная промышленность, 1982. – 368 с.

6. Вавилов Н.И. Центры происхождения культурных растений. Избр. произв. в двух томах. Т. 1. - Л.: Наука, 1967. - С. 88-202.

7. Вавилов Н.И. Происхождение и география культурных растений. - Л.: Наука, 1987. - 240 с.

8. Ромедер Э., Шёнбах Г. Генетика и селекция лесных древесных пород. - М.: Гослесбумпромиздат, 1962. – 268 с.

9. Авторское свидетельство Государственной комиссии РФ по испытанию и охране селекционных достижений № 75271 от 24.05.2019 на сорт тополя «Сюрприз».

10. Царев А.П. Сортоведение тополя. - Воронеж: Издательство Воронежского университета, 1985. - 152 с.

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ПОТОМСТВА СОСНЫ В АРХИВАХ КЛОНОВ, ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУРАХ

Чеботько Н.К.
Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Казахстан chebotkon@mail.ru

Повышение продуктивности сосновых насаждений селекционными методами обеспечивает не только увеличение выхода древесины с единицы площади, но улучшают их качество и устойчивость.

Большое значение для увеличения биологической устойчивости, в особенности, искусственных лесных сообществ, имеет способность лесных деревьев противостоять повреждениям вредителями и болезнями [1].

Поэтому для создания семенной базы сосны обыкновенной, как основной лесообразующей породы Казахстана, проводится поиск, оценка и отбор устойчивых клонов, полусибсов и гибридов.

К наиболее распространенным видам вредителей шишек и семян сосны относится шишковая смолевка (*Pissodes validirostris* Gull.) и шишковая огневка (*Dioryctria abietcella* Schiff.). Шишковая огневка чаще встречается на других хвойных, сосну повреждает в меньшей степени.

Изучение заселенности и степени повреждения шишек шишковой смолевкой проведено путем визуального осмотра и анализа опытных образцов по следующей шкале:

1 – неповрежденные – шишки нормально развиты, нет следов смоловыделения и летних отверстий;

2 – слабо поврежденные – имеются следы смоловыделения и заросшие лётные отверстия;

3 – поврежденные – шишки покрыты смолой, имеются открытые или забитые червоточиной лётные отверстия, лёгкие по массе, тусклые по цвету.

В зависимости от степени повреждения шишек клоны, полусибсы и сибсы подразделены на группы:

I – устойчивые – клоны, семьи, в которых повреждаемость шишек с баллом 3, составляла не более 10%;

II – среднеустойчивые – количество пораженных шишек не превышало 20%;

III – слабоустойчивые – было поражено до 40% шишек;

IV – неустойчивые – поражено более 40% шишек.

В архивах клонов плюсовых деревьев, испытательных культурах полусибсового и сибсового потомства сосны Казахского НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации проводилось изучение устойчивости клонов плюсовых деревьев к вредителям шишек и семян. В перечисленных опытных селекционных объектах сосны установлены семьи, обладающие пластичной наследственностью, способными лучше приспосабливаться к различным условиям среды, имеющими лучший рост, повышенную устойчивость к энтомовредителям, по сравнению с материнскими деревьями. Наиболее распространенным вредителем органов плодоношения сосны обыкновенной является шишковая смолевка. Она обитает повсюду, где произрастает сосна обыкновенная. Предпочитает изреженные хорошо прогреваемые древостои и культуры.

Шишковая смолевка, жук из семейства долгоносиков (Curculionidae) длиной 6-7,5 мм. Взрослое насекомое красновато-бурого цвета с двумя светлыми полосками поперек надкрылий с рядом точечных бороздок и пятен, лапки ржаво-красные. Личинка белая, безногая, согнутая с темной головкой. Куколка белая, свободная. Яйца янтарно-желтые, полупрозрачные.

Жуки начинают лёт в мае, когда происходит интенсивный рост завязи прошлого года. Питаются они молодыми растущими шишками, вызывая смолотечение. Яйца откладывают на поверхность шишек или делают отверстия на кожице. Личинки

развиваются внутри шишек около месяца. Молодые жуки прогрызают круглые летные отверстия, вылетают до созревания шишек, коконизируются и зимуют в подстилке. Шишковая смолевка способна уничтожать большую часть урожая. Поврежденные шишки имеют недоразвитый вид, сверху покрыты каплями смолы и бурыми пятнами. Известно, что повреждение шишек шишковой смолевкой в значительных размерах ведет к снижению урожая семян сосны. По исследованиям П.Н. Кулинич и др. [2] шишки, поврежденные хотя бы одной личинкой смолевки, уже не раскрываются, а, значит, не дают семян.

Клоны и полусибсовое потомство плюсовых деревьев, произрастающие в одинаковых условиях, характеризуются различной степенью повреждаемости шишек конобионтами, что дает перспективу для отбора высокоустойчивых биотипов. Путем отбора были выведены абсолютно устойчивые клоны и семьи к наиболее распространенным видам вредителей шишек и семян сосны.

При отборе клонов, в дальнейшем рекомендуемых для создания ЛСП, проводилась оценка исходного материала на биологическую устойчивость. Установлена межклоновая изменчивость в архиве клонов 1984 года посадки по проценту поврежденных шишек с размахом варьирования от 0 до 37,3% в пределах до 2 баллов. В архиве 1984 года к устойчивым (многолетние данные) отнесены 22 клона, что составляет 41,5% от всех клонов, произрастающих в архиве. Эти клоны в разные по погодным условиям годы сформировали шишки без признаков повреждения их шишковой смолевкой. Другие – 21 клон (39,6%) в одни годы формируют шишки без повреждений, в другие годы степень повреждения шишек не превышает 10%. Эти клоны тоже отнесены к устойчивым. Общее количество устойчивых клонов составляет 43 или 81,2%. К среднеустойчивым отнесены 5 клонов или 9,4% от общего количества, это клоны 8, 16 Боровского, 18 Катаркольского, 42, 43 Воробьевского биотопов. Межсемейная степень поврежденных шишек в перечисленных клонах колеблется от 10,5 до 14,7%. Слабоустойчивых клонов тоже пять, степень повреждения шишек составляет свыше 20%, но не более 40%. К ним отнесены клоны 28 Воробьевского, 39, 49, 51 Урумкайского и 46 Катаркольского биотопов.

В архиве клонов 1990 года посадки произрастают 26 клонов, из них 12 – Озерного, 9 – Отрадненского, 4 – Урумкайского и 1 – Мало-Тюктинского происхождений. По устойчивости клоны распределились следующим образом: в группу устойчивых вошли 11 клонов, среднеустойчивых – 3 клона и слабоустойчивых – 12 клонов. По происхождению в группе устойчивых обосновались 7 клонов из Озерного ГУ – 2, 5, 7, 8, 12, 19, 20; 3 клона Отрадненского ГУ – 2, 9, 16 и 1 клон Мало-Тюктинского ГУ. Устойчивые клоны к шишковой смолевке составили 42,3%. В группу среднеустойчивых вошли: клон №7 Отрадненского происхождения, клоны №24 и №25 Урумкайского происхождения. Среднеустойчивые клоны занимают 11,5%. В группу слабоустойчивых вошли 5 клонов Отрадненского происхождения – 11, 12, 14, 17, 22, 5 клонов Озерного – 3, 4, 6, 11, 13 и 2 клона Урумкайского происхождения. Слабоустйчивые клоны составляют 46,2%.

Несмотря на одинаковую сомкнутость крон в клонах архивов разных лет создания наблюдается различная степень повреждаемости шишек. Большинство клонов архива 1984 года (81,1%) устойчиво к шишковой смолевке. В архиве клонов 1990 года, наоборот, большая часть клонов (57,7%) характеризуется средней и слабой устойчивостью против шишковой смолевки.

Степень повреждения шишек шишковой смолевкой определялась в испытательных культурах полусибсов IV генерации (1987 года посадки). В культурах произрастает потомство 63 семей полусибсов и клонов плюсовых деревьев. Из этих семей 38 (60,3%) продуцируют шишки без повреждений конобионтами или шишки повреждаются в слабой степени (балл повреждения составляет 2) и процент таких шишек не превышает 10%. Эти семьи составили I группу устойчивости. Во II группу – среднеустойчивых вошли 15 полусибсовых семей и клонов полусибсов, они составили 23,8%. В III группу – слабоустойчивых вошли 10 семей (15,9%). Эту группу возглавили семьи полусибсов и

клонов плюсовых деревьев 3, 10, 27, 35, 36, 43, 46, 48, 51, 71. Неустойчивых семей в IV генерации не установлено.

Степень повреждения шишек шишковой смолевкой определялась в испытательных культурах гибридов 1986, 1988 и 1989 гг. посадки по выше приведенной шкале. В культурах 1986 года посадки 78,6% семей вошли в группу устойчивых, 17,9% – среднеустойчивых, 3,5% – слабоустойчивых – семья 48×1, неустойчивых семей не было.

В культурах 1988 года посадки соответственно 75,0% семей заняли группу устойчивых, 18,8% – среднеустойчивых, 3,1% – слабоустойчивых, 3,1% – неустойчивых. Группу слабоустойчивых и неустойчивых составили гибридные семьи – 16×30 и 26×1.

В культурах 1989 года посадки устойчивые семьи составили 54,8%, среднеустойчивые – 38,7%, слабоустойчивые – 6,5% (семьи 10×50 и 27×50), неустойчивых не было.

Принимая во внимание то, что основой сортового семеноводства должны стать семенные плантации, необходимы меры по защите урожая. И наиболее эффективными мерами является введение в лесные культуры иммунных сортов. Одним из важных моментов защиты ЛСП от конобионтов является определение порога вредоносности вредителей и регулирование его путем подбора биологически устойчивых биотипов в сочетании со среднеустойчивыми. Слабоустойчивые и неустойчивые клоны к вредителям шишек вводить в лесосеменные плантации не рекомендуется. Но оптимальное сочетание по устойчивости необходимо использовать в комплексе с другими хозяйственно важными признаками – продуктивностью и урожайностью.

Список использованных источников:

1. Арефьев Ю.Ф., Тягунова Г.Я. Селекция древесных растений на устойчивость – основа интегрированной защиты леса. Селекция древесных растений на устойчивость. – Воронеж, 1990. – С. 72-80.

2. Кулинич П.Н., Ефимов Ю.П., Максимов В.М. Отбор устойчивых к конобионтам клонов сосны обыкновенной для создания семенных плантаций. Современные методы лесной генетики и селекции: сборник научных трудов. – Воронеж, 1984. – С. 93-100.

ПОДБОР РОДИТЕЛЬСКИХ ПАР ПРИ ГИБРИДИЗАЦИИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА СЕВЕРЕ КАЗАХСТАНА

Чеботько Н.К., Крекова Я.А., Чеботько П.В.
Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Казахстан chebotkon@mail.ru

Одним из наиболее успешных традиционных путей выведения новых форм и сортов является гибридизация. Подбор пар – это важная задача при гибридизации на получение в новом потомстве желательных признаков.

Объектом исследований были испытательные культуры сосны обыкновенной второго порядка 2004 года посадки, расположенные в филиале Северного региона «Кокшетауский лесной селекционный центр». В испытательных культурах второго поколения произрастает высокопродуктивное потомство плюсовых деревьев и отдельных семей популяций, отобранных при первичном испытании. Размещены семьи делянками по 36 растений в каждой (6×6). Размещение растений 2×2 м, повторность опыта 2-3 кратная, количество растений в повторности – 18-36. Посадка осуществлялась вручную под меч Колесова в предварительно отмеченные колышками посадочные места.

В течение 3-х лет (2015-2017 гг.) проводились опыты по диаллельному скрещиванию деревьев сосны обыкновенной Алексеевской (Акмолинская область), Айыртауской (Северо-Казахстанская) и Каркаралинской (Карагандинская область) популяций. Перечисленные популяции использовались то, как материнские деревья, затем как отцовские. Все использованные популяции были ранее выделены по результатам испытания в испытательных культурах популяций по быстроте роста и устойчивости к неблагоприятным факторам среды, вредителям и болезням. Изоляцию женских стробилов проводили в фазе «открытых мегастробилов» [1] с применением модифицированного нами способа (одновременное введение в изоляторы однолетних побегов сосны с микростробилами) [2].

В 2015 году были заложены варианты скрещивания:

1 вариант - Айыртауская.135×Алексеевская.138 и
Алексеевская.138×Айыртауская.135;

2 вариант - Айыртауская.147×Каркаралинская.111 и
Каркаралинская.111×Айыртауская.147.

Сохранность гибридной завязи/озими определялась в течение первого и второго вегетационных периодов. Во всех этих вариантах скрещивания были получены шишки, их сохранность составила от 33,3 до 61,5%, однако, в 1 варианте при обратном скрещивании Алексеевская.138×Айыртауская.135 в шишках образовались только пустые семена. Ниже будет приведен анализ опыта 2015 года.

В 2016 году был повторен 1 вариант и заложены новые варианты скрещивания:

1 вариант - Алексеевская.136×Айыртауская.124 и
Айыртауская.124×Алексеевская.136;

2 вариант - Айыртауская.135×Алексеевская.138 и
Алексеевская.138×Айыртауская.135;

3 вариант - Айыртауская.135×Алексеевская.136 и
Алексеевская.136×Айыртауская.135.

В опытах по контролируемому скрещиванию 2016 года отпад завязи произошел во всех 3 вариантах на разных этапах развития шишек. Гибель завязи/озими на этапе опыления (через 30 дней после опыления) произошла во 2 и 3 вариантах при обратных скрещиваниях, когда в качестве опылителя было использовано дерево №135 Айыртауской популяциии и во всех остальных вариантах отпад озими произошел на этапе оплодотворения семяпочек (через 360 дней после опыления).

В 2017 году был также повторен 1 вариант и заложены 2 других варианта скрещивания:

1 вариант - Алексеевская.136×Айыртауская.135 и
Айыртауская.135×Алексеевская.136;
2 вариант - Айыртауская.124×Алексеевская.138 и
Алексеевская.138×Айыртауская.124;
3 вариант - Айыртауская.135×Алексеевская.138и
Алексеевская.138×Айыртауская.135.

В опытах 2017 года также во всех вариантах скрещивания произошел отпад завязи/озими на ранних этапах развития шишки, через 30 и 60 дней после опыления.

Осенью 2016 года (в ноябре) были собраны гибридные шишки от скрещивания 2015 года и от свободного опыления (контроль). В контрольных вариантах собирали по 10 шишек для определения качества семян и для сравнения с вариантами от контролируемого скрещивания.

После сбора шишек были проведены их замеры (длина и диаметр), определялась масса каждой шишки, описывался их цвет, форма и др. показатели по Л.Ф. Правдину [3]. Гибридные шишки и шишки от свободного опыления мелкие, средняя длина и тех, и других не превышает 3,0 см, средний диаметр не превышает 2,0 см. Средняя масса одной шишки от контролируемого опыления колеблется от 1,43 до 3,64 г, от свободного опыления – от 1,07 до 6,01 г. Отношение длины к диаметру шишки характеризует форму шишек. Гибридные шишки и шишки от свободного опыления характеризуются яйцевидной формой (отношение l:d=1,5-2,0). По цвету гибридные шишки, в основном, темно-коричневого цвета – 90% и 10% составляют шишки серо-зеленого цвета. Шишки от свободного опыления составляют 70% темно-коричневого цвета и 30% - серо-зеленого.

В январе-феврале 2017 г. из шишек были извлечены семена от контролируемого и свободного скрещивания, определено качество урожая. Наиболее наглядно характеризуют эффективность контролируемого скрещивания такие показатели, как среднее количество полных семян в одной шишке, масса 1000 штук семян, выход семян. Попарное сравнение перечисленных показателей семян сосны от контролируемого и свободного опыления приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты диалелльного скрещивания сосны обыкновенной (выполнено в 2015 г.)

Материнская семья	Опылитель	Опылено мегастро-билов, шт.	Сохранность шишек, шт/%	Кол-во полнозернистых семян, шт.	Число семян в шишке, шт.	Выход семян,%	Масса 1000 штук семян, г	Получено сеянцев, шт.	Средняя высота 1-летих сеянцев, см
Айыртауская. 135	Алексеевс-кая. 138	25	14/56,0	109	7,79	1,84	5,63	49	4,04±0,18
Алексеевская. 138	Айыртаус-кая. 135	37	13/35,1	0	0	0	-	-	-
Айыртауская. 135	контроль	-	10	101	10,10	1,41	6,18	20	3,87±0,14
Алексеевская. 138	контроль	-	10	80	8,00	1,67	6,20	41	4,26±0,15
Айыртауская. 147	Каркара-линская. 111	13	8/61,6	37	4,63	0,63	4,97	8	3,96±0,21
Каркаралин-ская. 111	Айыртаус-кая. 147	24	8/33,3	15	1,88	0,72	5,47	6	3,48±0,16
Айыртауская. 147	контроль	-	10	73	7,30	1,35	6,19	46	4,01±0,13
Каркаралин-ская. 111	контроль	-	10	80	8,00	1,56	5,75	16	3,79±0,21

Общее количество гибридных семян из заготовленных шишек и среднее количество семян в одной шишке было меньше, чем у контроля в 1,3-2,0 раза. Максимальное среднее количество семян в одной шишке (10 штук) было в контрольном образце дерева №135 Айыртауской популяции. Минимальное среднее количество семян наблюдалось в варианте скрещивания Каркаралинская.111×Айыртауская.147 – 1,88 штук.

Масса 1000 штук семян от контролируемого скрещивания близка с контрольными значениями и находится в пределах 4,97-6,20 г. Максимальный выход семян (1,84%) отмечен в варианте скрещивания Айыртауский.135×Алексеевский.138, в этом варианте не было пустых семян. Минимальный выход семян (0,63%) отмечен в варианте скрещивания Айыртауский.147×Каркаралинский.111.

В целом, качество семян от контролируемого опыления можно охарактеризовать как невысокое, что подтверждается данными сохранности шишек и показателей качества семян. Одной из основных причин такого явления могло стать недоопыление женских стробилов и неполное оплодотворение семяпочек.

Весной 2018 года стратифицированные гибридные семена и семена от свободного опыления высеяли на грядке в открытый грунт. Из количества высеянных семян от контролируемого скрещивания получено от 21,6 до 45,0% сеянцев, от контроля количество сеянцев получилось чуть больше, от 19,8 до 63,0%.

Осенью того же года провели замеры 1-летних сеянцев от прямых и обратных скрещиваний и сравнение их с сеянцами от свободного опыления. Значительных различий в росте 1-летнего потомства от контролируемого и свободного опыления не наблюдается. Высота 1-летних сеянцев сосны находится в пределах 3,48-4,26 см.

На основании приведенных данных можно сделать следующий вывод: результаты 3-летних опытов по скрещиванию деревьев сосны происхождением из разных популяций показали низкую эффективность, гибридные семена не получены ни в 6 прямых, ни 7 обратных комбинациях. Неопыленные шишки опали в первый год. Затем большой опад шишек наблюдался в период их перезимовки и во второй год развития, т.е. в период от оплодотворения до созревания семян. Многие исследователи объясняют гибель эмбрионов у сосны обыкновенной на разных этапах развития несовместимостью пыльцы или аккумулированием летальных и сублетальных генов.

Список использованных источников:

1. Воробей О.С. Особенности цветения и семеношения на архивно-маточной плантации сосны обыкновенной. Лесоводство и агролесомелиорация, Вып. 74. – Киев: Урожай, 1987. – С. 49-52.

2. Бреусова А.И., Чеботько Н.К. Способ контролируемого опыления сосны. АС №35963 от 11.09.2001 г.

3. Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная. – М.: Наука, 1964. – 190 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОРТОВ-КЛОНОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПЛАНТАЦИОННЫХ КУЛЬТУР

Чеботько Н.К., Чеботько П.В.
Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Казахстан chebotkon@mail.ru

Выращивание лесных культур плантационного типа для определенных целей становится актуальным и необходимым направлением в лесном хозяйстве всего мира, и в особенности, в Казахстане. Плантационные культуры могут быть ориентированы на выращивание насаждений, отличающихся определенными свойствами: высокой продуктивностью, качеством древесины, смолопродуктивностью или др. Плантационное лесовыращивание рекомендуется рассматривать как дополнение к традиционной форме многоцелевого хозяйства в лесу.

В Казахстане закончился срок действия моратория на рубки главного пользования. Однако, для восстановления естественных насаждений сосны после пожаров ещё необходимо как минимум 50-70 лет, не говоря уже о том, что за этот период эти насаждения достигнут возраста рубки. Перенос на лесосырьевые плантации даже части заготовок древесины из коренных естественных древостоев позволит сохранить биоразнообразие и генофонд наших ценнейших сосновых лесов.

Следовательно, для получения древесного сырья в виде пиловочника, балансов или других сортиментов определенного размера за более короткий период, необходимо создавать лесные культуры плантационного типа. Плантационные культуры предполагается создавать с использованием земель лесокультурного фонда на 10-15%, что в свою очередь не принесет серьезного ущерба биоразнообразию природы. Главная задача этого направления – увеличение биомассы без снижения качества древесины. Плантационные культуры позволяют при укороченном обороте рубки получить балансовую древесину, пиловочные бревна в 60-70 лет с запасом 400-450 $м^3$/га.

В течение нескольких последних десятилетий в мире ежегодно создается около 1 млн. га плантационных культур для получения балансов, пиловочника и топливной древесины с оборотом рубки 10-30 лет в условиях теплого и 40-70 лет в условиях прохладного климата, что, несомненно, может быть выгодно применено в производстве деловой древесины и в России на арендованных территориях [1]. Особенно перспективны в этом отношении заброшенные земли сельхозпользования, где пни не затрудняют работу лесохозяйственной техники. Кроме того, перенос на лесосырьевые плантации даже части заготовок древесины из коренных естественных древостоев позволит сохранить биоразнообразие и генофонд ценнейших хвойных лесов.

По данным В.В. Усени и Н.К. Крука [2] в Беларуси накоплен многочисленный научный и практический опыт в создании и выращивании лесосырьевых плантаций хвойных пород. В лесном фонде Беларуси к настоящему времени создано более 5,5 тыс. га производственных плантационных культур хвойных пород. Актуальность плантационного лесовыращивания в Беларуси также обусловлена тем, что страна не располагает достаточным количеством собственных ископаемых топливно-энергетических ресурсов.

В.В. Усеня и Н.К. Крук [2] отмечают, что посадочный материал оказывает существенное влияние на приживаемость, сохранность и рост плантационных культур. По данным, использование перспективных быстрорастуших клонов с густотой посадки 625 шт./га, запас в 30-летнем возрасте составляет 387 $м^3$/га, что на 53 $м^3$/га выше, чем аналогичный показатель в культурах с густотой посадки 5 тыс. шт./га.

В Казахстане нет опыта закладки плантационных культур сосны обыкновенной. Для создания плантационных культур сосны обыкновенной мы рекомендуем на основании опыта российских и белорусских ученых использовать результаты плюсовой селекции – сорта-клоны, сорта-гибриды с применением высокой агротехники [3]. Районированные сорта необходимо внедрять в производство путем посадки потребного количества лесных

плантаций для ускоренного выращивания востребованной на рынке крупномерной и балансовой древесины хвойных пород (сосны обыкновенной) из высокопродуктивных и устойчивых сортов.

На основании многолетних испытаний 53 плюсовых деревьев сосны обыкновенной, отобранных в Акмолинской области, наш институт может рекомендовать сорта-клоны и кандидаты в сорта-клоны, обладающие повышенной энергией роста [4]. Конечно, таких генотипов насчитывается небольшое количество (18,9-28,3% - 10-15 деревьев из 53 испытываемых плюсовых деревьев), но этого количества вполне достаточно для закладки плантационных культур. Рекомендуемые сорта-клоны и кандидаты в сорта-клоны по сравнительной характеристике имеют явное преимущество над нормальным насаждением по приведенным показателям в таблице, о чем свидетельствует t-критерий Стьюдента (в таблице приведена характеристика сорта-клона «Урумкайская-38», имеющего средние показатели среди других сортов-клонов).

Таблица – Сравнительная характеристика роста семенного потомства сорта-клона и нормального насаждения

Показатели	Ед. изм.	Семенное потомство сорта-клона в возрасте, лет		Семенное потомство нормального насаждения в возрасте, лет	
		6	15	6	15
Высота средняя	м	1,9±0,03	7,5±0,07	1,5±0,03	6,5±0,11
Высота максимальная	м	2,5	8,3	2,1	7,6
$t_{0.05}$		9,52	7,69	-	-
Диаметр (на высоте 1,3 м) средний	см	5,4±0,15	12,9±0,2	5,0±0,10	10,7±0,3
$t_{0.05}$		2,22	6,11		
Густота стояния растений	шт./га	2500	2000	2500	2000
Объем ствола	$м^3$	0,00294±0,0002	0,04741±0,002	0,002197±0,0001	0,02883±0,002
$t_{0.05}$		3,41	6,56		
Запас древесины на 1 га	$м^3$	7,35	94,82	5,47	57,66
Технологические качества: плотность древесины	$г/см^3$	-	0,505±0,017	-	0,522±0,027

Из табличных данных следует, что семенное потомство сорта-клона в возрасте 6 и 15 лет имеет преимущество над семенным потомством нормального насаждения по высоте на 15-23%, по диаметру ствола на 8-20%, по объему ствола и запасу древесины на 1 га на 33-64%.

Использование улучшенного по гено- и фенотипу (сортового) посадочного материала с первых лет посадки способствует его быстрому росту. Но для того, чтобы при создании плантационных культур был использован именно улучшенный посадочный материал, необходимо проводить отбор лучших саженцев на каждом этапе выращивания: первый этап отбора сеянцев проводится в 2-3-летнем возрасте в теплице в контейнерах, отобранные быстрорастущие сеянцы высаживаются в школьное отделение, где они доращиваются 2-3 года и затем в возрасте 4-6-лет отбирают наиболее крупные по массе растения с учетом комплекса признаков их быстрого роста и устойчивости к неблагоприятным факторам среды в дальнейшем при закладке плантационных культур.

Для успешного роста плантационных культур необходимым условием является выполнение следующих рекомендаций:

- для выращиваемой породы (сосны обыкновенной) осуществляется подбор участков с благоприятными почвенно-климатическими условиями;

- подготовка почвы должна способствовать повышению агрофона в зоне размещения корневых систем;

- при посадке применять оптимальную густоту, учитывая биологические особенности выращиваемой породы и возможности максимального использования механизации при выращивании плантационных культур;

- для повышения и улучшения почвенного плодородия в течение всего периода выращивания культур использовать необходимые современные эффективные удобрения, проводить агротехнические мероприятия.

Агротехнический уход за плантациями сосны осуществляется механическим способом. Механический способ ухода состоит в скашивании сорняков и поросли нежелательных древесных пород мотоинструментом типа «Секор» или мини трактором с навесной косилкой, рыхлении почвы дисковыми культиваторами и т.д.

Плантационные культуры сосны создаются чистыми, небольшими участками – по 15-20 га с ротацией в 5 лет, т.е. через каждые 5 лет надо закладывать новый участок плантационных культур. Для посадки используют 3-5-летние сеянцы или саженцы с высотой стволика не ниже 30 см. При создании плантационных культур посадочный материал следует высаживать с размещением 3×1,5 м или 3×2,0 м, с густотой посадки соответственно 2 220 и 1 660 штук на 1 га.

Следовательно, создание плантационных культур сосны обыкновенной с использованием селекционно улучшенного посадочного материала соответствующего лесорастительным условиям ее произрастания, с определенной густотой посадки, позволит в более короткие сроки получить конечную продукцию целевого назначения.

Список использованных источников:

1. Бобринев В.П., Пак Л.Н. Создание лесосеменных плантаций сосны на селекционной основе в Восточном Забайкалье. Лесное хозяйство. – 2007. - №1. – С. 29-30.

2. Усеня В.В., Крук Н.К. Состояние и перспективы плантационного лесовыращивания хвойных пород. Лесное и охотничье хозяйство. - 2009. – №10. – С. 21-26.

3. Пути генетического улучшения лесных древесных растений. – М.: Наука, 1985. – 240 с.

4. Бреусова А.И., Чеботько Н.К. Селекционные основы повышения продуктивности и устойчивости сосновых насаждений в Казахстане. Повышение устойчивости биоресурсов на адаптивно-ландшафтной основе: материалы междунар. науч.-практ. конф.. Оренбург.– 2003. - Ч. 3. – С. 208-212.

СОСТОЯНИЕ 23-ЛЕТНИХ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Чернодубов А.И.[1], Крюкова С.А.[1,2], Ширнин В.К.[2]
[1]Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Россия leskulyglta@gmail.com
[2]Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, Россия ilgis@lesgen.vrn.ru

Испытательные культуры закладываются для проверки генетической структуры плюсовых деревьев. В дальнейшем проводят оценку роста в высоту и по диаметру, качества ствола, продуктивности и т.д.

В Шиповом лесу в 60-е годы под руководством Т.И. Плетминцевой [1] происходила закладка первых испытательных культур дуба. Это были небольшие площади с разной технологией создания, недостаточными уходами за ними, что со временем привело к утрате данных объектов. На данный момент в Центральном Черноземье методически выдержанные испытательные культуры дуба заложены в Воронежской области в Семилукском питомнике (общая площадь всех объектов – 11,3 га) и Тамбовской области в Жердеевском участковом лесничестве (площадь – 5,0 га). На одном из таких объектов Семилукского питомника нами была проведена оценка состояния и роста полусибсовых потомств плюсовых деревьев из Шипова леса.

Опыт заложен весной 1996 г. под руководством Б.И. Фабричного [2], посадкой 2-летних сеянцев, выращенными из урожая желудей 1993 г., со средними показателями посевного материала (желудей): длина - 26,1 мм; диаметр - 15,1 мм; и массой - 3,7 грамма. Предварительно была произведена сплошная вспашка и предпосадочная культивация площади. Объект представлен на трех полях, где внутри каждого поля рендомизированно размещены делянки. Размещение посадочных мест 2,5×1 м. По трем сторонам участка на расстоянии 1 м имеются буферные ряды. Тип лесорастительных условий – дубрава свежая ($Д_2$). Координаты объекта: 51°42′ с.ш. и 38°56′ в.д.

На участке испытывается 99 плюсовых деревьев с индивидуальным контролем для каждого плюсового дерева из 10 деревьев ближайшего окружения той же феноформы, но разных по селекционной категории. Окружающих деревьев – 57 потомств и 6 образцов популяционного сбора.

Плюсовые деревья были отобраны в Бутурлиновском (Морозовское и Корабельное лесничества) и Воронцовском лесхозах (Красное и Новенькое лесничества). Возраст плюсовых деревьев варьирует от 90 до 165 лет; максимальные показатели по высоте и диаметру – 36,8 м и 87,0 см (165 лет), соответственно минимальные – 27,0 м и 40,0 см (105 лет) (таблица 1).

Таблица 1 – Таксационные показатели плюсовых деревьев из Шипова леса

Категории деревьев		Возрастная категория деревьев, лет					
		90	95	100	105	110	165
Кол-во деревьев, шт.		4	2	1	21	2	30
Плюсовые	H, м	29,9	31,2	34,5	31,1	34,8	34,1
	D, см	47,9	51,5	56,0	50,6	64,0	65,6
Кол-во деревьев, шт.		3	1	-	13	1	16
Окружающие	H, м	27,6	28,0	нет	28,8	нет	30,3
	D, см	41,9	46,5	окружающих	40,4	данных	57,0
Примечание: 12 деревьев не имеют данных по высоте и диаметру							

В двухлетнем возрасте средняя высота потомств составляла 16,5 см у плюсовых и 16,4 см у потомств их ближайшего окружения, разница между ними не существенная – 0,6%. Предварительное состояние испытательных культур в июне месяце показало около 60% приживаемости, что связано со слабо развитой корневой системой при выкопке

сеянцев. На сохранность растений также повлияли и неблагоприятные погодные условия, связанные с высокой температурой воздуха и суховеями, что в дальнейшем привело к увеличению дефицита влажности почвы. Однако одним из показателей низкой приживаемости явилось отсутствие или недостаточное количество агротехнических уходов, где было потеряно еще 20% уже прижившихся растений.

Вегетационный период 2017 г. характеризовался скачкообразными температурами. Приход весны был ранним, в марте месяце стояла солнечная погода с положительной температурой днем и ночью. В конце месяца и до середины апреля погода ухудшилась, стало морозно, дождливо, прохладно до -13°С ночью. По нашим фенологическим наблюдениям листораспускание раннего дуба началось 20 апреля, позднего - 10 мая, и с 11 на 12 мая ночью температура упала до –2°С, которые повредили только что раскрывшиеся листочки на побегах. Особенно пострадали ранняя и промежуточная форма, в меньшей степени поздняя.

На полях испытательных культур преобладает позднораспускающаяся форма, единично ранняя, и примерно 15% промежуточная. На каждом из полей имеются отставшие в росте деревья и по одной выпавшей делянке. В междурядьях встречается самосев других пород: сосна, клен, береза, акация, черемуха, груша, сведена, шиповник.

В начале мая вершины крон хорошо видны, так как испытательные культуры были в безлиственном состоянии. В то же время была определена высота и диаметр на высоте 1,3 м. Средняя высота семей – 10,2 м, диаметр – 11,5 см. Кроме того мы оценили качество ствола (количество прямых стволов в %) и процент сохранности каждой семьи (таблица 2).

Таблица 2 – Средний процент сохранности и качества ствола у потомств плюсовых деревьев дуба из Шипова леса в Семилукском питомнике

Категории деревьев	Кол-во потомств, шт.	Средняя сохранность по полям, %			Среднее количество прямых стволов по полям, %		
		I	II	III	I	II	III
Плюсовые	99	36,5	31,9	37,8	36,1	45,9	50,5
Окружающие	57	36,8	30,9	36,3	36,1	35,9	44,8
Популяционный сбор	6	40,0	42,5	40,0	27,5	45,0	60,0

Из таблицы 2 видно, что потомства от плюсовых деревьев находятся в небольшом преобладании перед окружающими и по сохранности и по количеству прямых стволов, но в то же время популяционный сбор превосходит все показатели данных категорий.

Таким образом, обследование испытательных культур показало, что 44 семьи (77,2%) от плюсовых деревьев превосходит по количеству прямых стволов категорию окружающих (13 семей – 22,8%).

Анализируя данный селекционный объект можно выделить как положительные, так и отрицательные стороны испытательных культур:

- сохранность посадки испытательных культур дуба первого года – 40,8%, даже при неоднократном дополнении в дальнейшем отдельных семей однолетними и двухлетними сеянцами;

- посадка, проводившаяся в неблагоприятные погодные условия, несвоевременные и низкие агротехнические уходы, плохая подготовка почвы - все это отразилось на приживаемости растений.

Список использованных источников

1. Плетминцева Т.И. Селекция позднераспускающейся разновидности дуба черешчатого для массового выращивания. – М.: ЦНИИТЭИлеспром, 1966. - 44 с.

2. Фабричный Б.И. Провести сравнительную оценку эффективности методов селекции дуба черешчатого по хозяйственно ценным признакам, выделение и испытание ценного генетического фонда для создания высокопродуктивных лесных культур. Отчет НИИЛГиС, Воронеж, 2000. – 268 с.

КАЗАХСТАНСКИЕ ПОПУЛЯЦИИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ ПОД ВОРОНЕЖЕМ

Чернодубов А.И.[1], Сиволапов А.И.[1], Сиволапов В.А.[2]
[1]Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Россия
[2]Российский центр защиты леса – Центр защиты леса Воронежской области, Россия
leskulvglta@gmail.com

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) очень полиморфный вид, занимающий обширнейший ареал в Европе и Азии. На основании изучения изменчивости морфологических и анатомических признаков, экологических и физиологических свойств были выделены пять подвидов сосны обыкновенной, в том числе *Pinus sylvestris* L. subsp. *kulundensis* Sukaczew [1].

Объектами исследований послужили самые крупные в Европе географические культуры сосны обыкновенной, заложенные в 1959 году профессором Воронежского лесотехнического института Вересиным Михаилом Михайловичем в Рамонском лесничестве Воронежского лесхоза (Ступинское поле) на площади 37,6 га (353 пункта) из разных частей ареала на территории бывшего СССР. От Калининграда на западе до Благовещенска на востоке, от Карелии и Архангельска до Закавказья (Азербайджан) с севера на юг. Тип лесорастительных условий – A_2B_2. Географические координаты опыта – 51°96′ с.ш. и 39°39′ в.д [2].

В 2012 году было проведено полное обследование данного объекта. Нами приведены данные только по казахстанским популяциям и Алтайскому краю, так как они находятся в одном лесосеменном районе. В качестве контроля взяты 3 популяции Центрально-Черноземного лесосеменного района – Цнинский, Усманский и Хреновской боры. Все полученные материалы обработаны методами многомерного анализа с использованием программ Statistica и Stadia.

Таксационные показатели казахстанских популяций сосны обыкновенной представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Казахстанские популяции географических культур сосны обыкновенной (1959 года закладки на Ступинском поле, Воронежская область, Рамонский район)

Область, край	Лесхоз, (популяция)	Сев. широта	Вост. долгота	Д, см	Н, м	Средний V ствола, $м^3$	Запас, $м^3$/га	Сохранность, %
Факторы		1	2	3	4	5	6	7
(77) Кокчетау-Мунчактинский лесосеменной район								
1.Кокчетавская	Аиртавский	53°00′	68°00′	17	20	0,201	249	10
2.Кокчетавская	Бурлукский	53°00′	67°20′	24	25,4	0,447	396	6
3.Кокчетавская	Урумкайский	53°20′	70°50′	13	22,4	0,698	112	1
(78) Баяно-Каркаралинский мелкосопочный лесосеменной район								
4.Павлодарская	Баян-Аульский	52°15′	77°55′	24	23,8	0,471	443	7
(82) Прииртышско-Кулундинский лесосеменной район								
5.Павлодарская	Бескарагайский(1)	52°15′	77°55′	26	22,4	0,953	248	2
6.Павлодарская	Бескарагайский(2)	52°12′	77°00′	24	23,8	0,471	443	7
7.Алтайский	Степно-Михайловский	53°30′	80°20′	24	25,8	0,509	356	5
(20) Центрально-Черноземный лесосеменной район								
8.Воронежская	Хреновской бор	51°10′	40°20′	22	23,8	0,396	395	8

9.Воронежская	Усманский бор	51°50′	39°30′	20	24	0,331	424	10
10.Тамбовская	Цнинский бор	52°40′	42°55′	21	24,2	0,369	295	6
Примечание: все наименования популяций даны в соответствии с «Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород в СССР» (1982).								

Из данных таблицы 1 видно, что наиболее адаптированной в условиях лесостепи оказалась популяция из Кокчетау-Мунчактинского лесосеменного района - бурлукская с запасом 396 м^3/га. Из Прииртышско-Кулундинского лесосеменного района бескарагайская (2) и Баяно-Каркаралинского мелкосопочного - баян-аульская с общим запасом 443 м^3/га. Данные по общей продуктивности казахстанских популяций близки к данным стандартов самых южных боров лесостепной зоны европейской части России – Усманскому и Хреновскому (395-424 м^3/га).

Для выявления наиболее информативных изученных показателей мы использовали факторный анализ (таблица 2).

Таблица 2 - Собственные значения и процент объясняемой дисперсии факторов после вращения

Фактор	1	2	3	4	5	6	7
Собственные значения	1,55	1,48	1,29	1,30	1,24	-	-
Дисперсия, %	22,2	21,2	18,4	18,5	17,7	-	-
Накопленная дисперсия, %	22,2	43,4	61,8	80,3	98,0	-	-

Из семи изученных показателей сосны обыкновенной 43,4% накопленной дисперсии приходится на географические координаты: широту и долготу, то есть на данные по окружающей среде, откуда получены семена. Второй и третий фактор (18,4 и 18,5%) представлены таксационными показателями - диаметром и высотой ствола. И заключительный фактор - средний объем ствола – 17,7%. Общий объем накопленной дисперсии составляет 98,0%.

Самым важным показателем при изучении географической изменчивости является выявление наиболее близких популяций сосны с использованием кластерного анализа на основе поиска ближнего соседа (таблица 3).

Таблица 3 – Кластерный анализ популяций сосны на основе поиска ближнего соседа

Список объектов (популяций)	Расстояние
Усманская и Хреновская	0
Цнинская, Усманская, Хреновская	0
Цнинская, Бескарагайская (1), Усманская, Хреновская	0,331
Цнинская, Бескарагайская (2), Бескарагайская(1), Усманская, Хреновская	0,471
Цнинская, Степно-Михайловская, Бескарагайская (2), Бескарагайская (1), Усманская, Хреновская	0,509
Цнинская, Урумкайская, Степно-Михайловская, Бескарагайская (2), Бескарагайская (1), Усманская, Хреновская	20
Цнинская, Баян-Аульская, Урумкайская, Степно-Михайловская, Бескарагайская (2), Бескарагайская (1), Усманская, Хреновская	22
Цнинская, Бурлукская, Баян-Аульская, Урумкайская, Степно-Михайловская, Бескарагайская (2), Бескарагайская (1), Усманская, Хреновская	39
Цнинская, Аиртавская, Бурлукская, Баян-Аульская, Урумкайская, Степно-Михайловская, Бескарагайская (2), Бескарагайская (1), Усманская, Хреновская	51

Из данных таблицы 3 видно, что популяции распределились на три группы или географические климатипы, расы по Гранту (1991):

I – популяции, выступающие в качестве стандарта – Цнинская, Усманская и Хреновская (расстояние 0);

II - популяции - Степно-Михайловская, Бескарагайская (2), Бескарагайская (1), относящиеся к Прииртышско-Кулундинскому лесосеменному району (расстояние 0,331-0,509);

III – Урумкайская, Баян-Аульская, Бурлукская и Аиртавская, относящиеся к Кокчетау-Мунчактинскому и Баяно-Каркаралинскому мелкосопочному лесосеменным районам (расстояние 20-51). Причем Аиртавская популяция наиболее удалена от остальных входящих в данную группу (расстояние 51).

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить географическую изменчивость и популяционную структуру сосны обыкновенной на территории Казахстанского мелкосопочника и некоторых прилегающих к России регионах на основе анализа таксационных показателей с использованием методов математической статистики [3-4].

Вопрос о выделении кулундинского подвида сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L. subsp. *kulundensis* Sukaczew) в самостоятельный таксон остается открытым и требует специального изучения с применением современных методов генетики.

Список использованных источников:

1. Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная. – М.: Наука, 1964. – 194 с.

2. Чернодубов А.И., Галдина Т.Е., Смогунова О.А. Географические культуры сосны обыкновенной на юге России. – Воронеж: ВГЛТА, 2005. – 128 с.

3. Wright J.W. Introduction to Forest Genetics. – New York, San Francisko, London: Academick Press, 1976. – 480 pp.

4. Райт Дж.В. Введение в лесную генетику. – М.: Лесн.пром-сть, 1978. – 470 с.

ОСОБЕННОСТИ СТАБИЛИЗАЦИИ РОСТА ТКАНЕЙ РАСТЕНИЙ *QUERCUS ROBUR* L. *IN VITRO*

Чорнобров О.Ю.
Обособленное подразделение Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Боярская лесная опытная станция», Украина
oksana_chornobrov@ukr.net

В настоящее время одной из актуальных задач лесного хозяйства Украины является разработка эффективной технологии массового получения качественного посадочного материала растений *Quercus robur* L. Одним из подходов к решению поставленной задачи является использование метода культуры изолированных тканей растений *in vitro*. Такой метод, в отличие от традиционных способов размножения, позволяет получать оздоровленные, генетически однородные растения в течение года с использованием минимального количества донорного материала [1−4]. Значительное количество биотехнологических исследований посвящено разработке протоколов *in vitro* для отдельных генотипов растений семейства *Fagaceae* Dumort. [5−10]. В то же время отмечают о сложности стабилизации роста культуры *in vitro* растений данного семейства. В наших предыдущих публикациях изложены способы стерилизации растительного материала *Q. robur* (зародыши с фрагментами эндосперма, побеги, листовые пластинки) и установлены оптимальные условия каллусообразования в тканях [11-12]. Цель настоящих исследований – стабилизация роста микропобегов растений *Q. robur in vitro* для массового микроклонального размножения.

Для исследований использовали микропобеги длиной 1,5−1,6 см из асептических растений в весенне-летний период 2018−2019 гг. Регенерационную способность тканей растений *in vitro* исследовали на базовых средах Murashige & Skoog (MS) [13], McCown & Lloyd (WPM) [14] и Driver & Kuniyuki (DKW) [15] на 30 сутки культивирования. К модифицированным питательным средам добавляли 100,0 мг/л инозитола, 30,0 г/л сахарозы, 7,0−7,3 г/л агара микробиологического, а также регуляторы роста цитокининового типа действия (2-iP (N-изопентениламинопурин), БАП (6-бензиламинопурин), кинетин). Для стабилизации роста тканей растений *Q. Robur* использовали ряд методик, эффективность применения которых определяли по следующим показателям: регенерационная способность микропобега (%), его длина (см), пигментация. В качестве энтеросорбентов и антиоксидантов использовали: поливинилпирролидон (ПВП, 2,0 мг/л), активированный уголь (2,0 г/л), аскорбиновую кислоту (1,0 мг/л). Растительный материал культивировали по общепринятой методике [1−4].

На этапе введения в культуру *in vitro* значительной регенерационной способностью (более 80%) характеризовались экспланты на базовой питательной среде WPM. Доказана целесообразность стабилизации роста тканей растений *Q. robur* в весенне-летний период в течение 60−90 суток по следующей методике: использование питательной среды WPM с 2,0 г/л активированного угля и 2,0 мг/л ПВП, чередование гормональной (0,25−0,50 мг/л кинетина) с безгормональной питательными средами при цикле культивирования 3-5 суток. Использование такой процедуры позволило получить более 80% регенерационно-способных микропобегов. Оптимальные условия для размножения микропобегов *Q. robur* созданы на питательной среде WPM с добавлением 0,5−1,0 мг/л 2-iP, 20,0 мг/л аденина, 2,0 г/л активированного угля и 2,0 мг/л ПВП (цикл культивирования – 45-50 суток, коэффициент мультипликации – 5,5±0,7).

Дальнейшие исследования направлены на массовое микроклональное размножение стабилизированных микропобегов растений *Q. robur* с помощью различных типов индуцированного морфогенеза *in vitro*.

Список использованных источников:

1. Бутенко Р.Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений: учеб. пособ. – М.: Наука, 1964. – 272 с.

2. Калинин Ф.Л., Сарнацкая В.В., Полищук В.Е. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений. − К. : Наукова думка, 1980. − 488 с.

3. Катаева Н.В., Бутенко Р.Г. Клональное микроразмножение растений. − М.: Наука, 1983. − 96 с.

4. Smith R.H. Plant Tissue Culture: Techniques and Experiments. - 2012. − 55 pp.

5. Chalupa V. *In vitro* propagation of oak (*Quercus robur* L.) and linden (*Tilia cordata* Mill.). Biologia Plantarum. − 1984. − Vol. 26, №5. − P. 374–377.

6. Poljakova L.W. Biochemical Marker of the Oak Leaves (*Quercus robur* L.) on Resistant to Microsphaera Amphitoides Grif. Et Suitable for Microclonal Propagation of 1−3 Year Old Seeflings. Biotechnology Approaches for Exploitation and Preservation of Plant Resources. – Yalta, 2002. – P. 15.

7. Бутова Г.П., Скробова Л.Л. Морфогенез и регенерация дуба черешчатого в культуре *in vitro*. Физиология растений. – 1988. – №35(5). – С. 1023−1030.

8. Джонс О.П. Размножение хозяйственно важных древесных растений *in vitro*. Биотехнология сельскохозяйственных растений. – М.: Агропромиздат, 1987. − С. 134−152.

9. Pinto G., Valentim H., Costa A., Castro S., Santos C. Somatic embryogenesis in leaf callus from a mature *Quercus suber* L. tree. *In Vitro* Cellular & Developmental Biology - Plant. − 2002. − Vol. 38. − P. 569–572.

10. Кулагин Д.В. Получение и индивидуальные особенности культур *in vitro* дуба черешчатого. Сборник научных трудов Института леса Национальной академии наук Беларуси. − Гомель, 2012. − Вып. 72. − Проблемы лесоведения и лесоводства. − С. 232−240.

11. Чорнобров О.Ю. Особенности индуцированного морфогенеза эксплантов растений *Quercus robur* L. *in vitro*. Лесные ресурсы – Белорусское Полесье: междунар. конф. мол. ученых, 24−27 сентября 2018 року : материалы конф. – Гомель, 2018. – С. 198−200.

12. Bilous S., Chornobrov O. Micropropagation of Centries Old Oaks. Litteris et Artibus: 8th International Youth Science Forum, 22–24 November 2018 : Proceedings. – Lviv, 2018.

13. Murashige T., Skoog F. A Revised Medium for Rapid, Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures. Physiologia Plantarum. – 1962. – Vol. 15, №3. – P. 473-497.

14. McCown B.H., Lloyd G. Woody Plant Medium (WPM) − A Mineral Nutrient Formulation for Microculture of Woody Plant Species. HortScience. − 1981. − Vol. 16. − P. 453.

15. Driver J.A., Kuniyuki A.H. *In vitro* propagation of Paradox walnut *Juglans hindsi* × *Juglans regia* rootstock. HortScience. − 1984. − Vol. 19. − P. 507−509.

СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО

Ширнин В.К., Крюкова С.А.
Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, Россия ilgis@lesgen.vrn.ru

Лесные культуры дуба создаются посевом желудей и посадкой сеянцев. С экономической точки зрения и биологии дуба закладка лесных культур посевом более выгодна. При этом исключаются затраты на выращивание сеянцев, их выкопку и процесс посадки. При посеве получается биологически более устойчивое потомство, так как не травмируется корневая система при выкопке и посадке. Раскопка корневых систем однолетних сеянцев показывает, что к концу первого года жизни стержневой корень дубка может проникать в почву на 1,5-1,7 м. Это стимулирует в дальнейшем успешное развитие сеянцев. С этих позиций выращивание сеянцев можно рассматривать как вынужденной мерой производства лесных культур дуба, потому что желуди хранятся 2 года (максимум 3 года) с потерей своих качеств. Поэтому вынуждены в питомнике выращивать сеянцы в связи с редким плодоношением дуба. Большое влияние на способ производства лесных культур дуба оказывают привычки, выработанные стереотипы и традиции. В таблице 1 помещены сведения Рослесхоза об объемах производства лесных культур (с нашим уточнением) в ареале дуба черешчатого в Европейской части РФ за период 2007-2011 гг. Из собранных материалов исключены регионы, в которых не проводятся ни какие лесокультурные работы. Их оказалось 18: Ленинградская, Новгородская, Псковская, Владимирская, Ивановская, Калужская, Костромская, Смоленская, Тверская, Ярославская, Кировская, Оренбургская, Пермский, Удмуртская, Ингушетия, Чеченская, Свердловская, Московская – 3 га. Если регионы на северо-востоке ареала не закладывают лесные культуры дуба по причине жестких экологических условий и неудовлетворительного состояния дубрав, то в центре ареала такое отношение к дубу является недопустимым. Отмеченное может привести к окончательной утрате местных уникальных популяций дуба. Анализ помещенных в таблице 1 материалов показывает, что в Калининградской, Белгородской, Курской, Орловской, Тульской, Самарской, Ростовской областях, в республиках Марий Эл, Адыгея, Кабардино-Балкарии, Карачаево-Черкесии, Северной Осетии осуществляется закладка лесных культур посадкой. А в Брянской, Воронежской, Липецкой, Рязанской, Тамбовской, Нижегородской, Пензенской, Саратовской, Волгоградской областях, республиках Чувашии, Дагестане, Башкортостане используют оба способа закладки культур.

Площади культур, созданных посевом, возрастают в годы обильного плодоношения. Это видно на примере Воронежской области, где в 2007 и 2010 гг. наблюдался урожай желудей. Доля посева существенно возросла в последующие годы и составила в 2008 г. – 64,6%, в 2011 г. – 66,9%. Аналогичная ситуация наблюдается в Тамбовской области. В эти же годы здесь доля посева составляет 74,7% и 96,3% соответственно. В общем плане за анализируемое пятилетие площади культур, созданных посадкой, выше, чем заложенных посевом. В целом от всей площади культур посадки составляют в Северо-Западном ФО - 100%, в Центральном - 69,4%, в Северо-Кавказском - 53,2%. Всего по Российской Федерации заложено за период 2007-2011 гг. культур дуба на площади – 14 367,9 га, из них посадкой – 10 350,3 га (72%), посевом – 4 017,6 га (28%).

Искусственное лесовосстановление дубрав является важной составной частью всего лесокультурного процесса древесных пород в России. В тоже время это наиболее сложная проблема, что обусловлено биологическими особенностями дуба: медленный рост в молодости, длительный онтогенез, нерегулярное плодоношение и др. Поэтому поводу известный лесовод [1] отмечает, что для выращивания высокопродуктивных дубрав требуется «…в десятки, а не редко и в сотни раз больше усилий, энергетических ресурсов и денежных затрат, чем при воспроизводстве хвойных и быстрорастущих лиственных пород».

Таблица 1 – Объемы закладки культур дуба в зависимости от способа их создания в Федеральных округах за период 2007-2011 гг.

Республика, край, область	2007 год		2008 год		2009 год		2010 год		2011 год		Всего (2007-2011 гг.)	
	посадка	посев	посадка	посев	посадка	посев	посадка	посев	посадка	посев	посадка	посев
Всего по РФ	2362,6	493,1	2168,1	908,0	1806,8	543,5	1689,16	180,6	2323,64	1892,4	10350,3	4017,6
Северо-Западный ФО	120,7	-	81,0	-	123,0	-	34,7	-	25,6	-	385,0	-
Калининградская	120,7	-	81,0	-	123,0	-	34,7	-	25,6	-	385,0	-
Центральный ФО	1304,0	193,1	1148,2	427,8	1089,4	125,7	1087,4	71,2	1147,6	937,4	5776,6	1755,2
Белгородская	104,0	-	150,0	-	122,0	-	155,0	-	190,0	70,0	721,0	70,0
Брянская	380,0	64,0	396,0	1,0	189,0	118,0	257,0	-	205,0	33,0	1427,0	216,0
Воронежская	260,0	63,0	122,0	223,0	189,0	-	152,0	50,0	85,0	172,0	808,0	508,0
Курская	304,0	-	299,3	-	275,0	-	240,0	-	291,5	-	1409,8	-
Липецкая	62,8	7,0	38,1	21,2	59,4	0,7	77,9	-	154,3	87,4	392,5	116,3
Московская	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	-	3,0	-
Орловская	16,0	-	14,0	-	11,0	-	26,7	-	168,2	65,0	235,9	65,0
Рязанская	14,8	23,1	4,0	7,6	22,9	-	27,5	1,2	11,0	70,0	80,2	101,9
Тамбовская	50,1	36,0	59,2	175,0	170,5	7,0	98,0	20,0	17,0	440,0	394,8	678,0
Тульская	112,3	-	65,6	-	50,6	-	53,3	-	22,6	-	304,4	-
Приволжский ФО	591,2	107,0	588,8	301,2	454,9	265,4	353,5	75,4	1043,3	896,0	3031,7	1645,0
Башкортостан	39,2	7,0	3,1	5,5	32,6	48,5	-	-	85,9	89,7	160,8	150,7
Марий Эл	15,0	-	17,0	-	5,0	-	8,0	-	7,0	-	52,0	
Мордовия	16,0	-	14,0	-	10,0	4,0	27,0	-	31,9	72,0	98,9	76,0
Нижегородская	10,0	20,0	-	51,2	6,0	23,0	26,9	-	2,5	96,7	45,4	190,9
Пензенская	36,0	1,0	41,5	80,2	36,5	13,0	6,0	20,0	9,7	261,0	129,7	375,2
Самарская	7,0	-	-	6,0	-	65,5	-	6,4	-	179,1	7,0	257,0
Саратовская	19,0	77,0	99,0	46,0	41,0	9,0	68,0	-	457,0	-	684,0	132,0
Татарстан	235,0	-	332,7	42,8	210,8	32,0	126,4	49,0	359,3	41,5	1264,2	165,3
Ульяновская	12,0	2,0	-	19,0	-	64,4	8,2	-	10,0	156,0	30,2	241,4

Чувашия	202,0	-	81,5	50,5	113,0	6,0	83,0	-	80,0	-	559,5	56,5
Южный ФО	241,7	147,0	308,1	129,0	92,5	127,4	189,56	-	82,14	-	914,0	403,4
Адыгея	37,0	-	20,0	-	14,6	-	-	-	-	-	71,6	-
Астраханская	3,0	-	3,0	-	-	2,2	-	-	-	-	6,0	2,2
Волгоградская	26,0	140,0	11,0	127,0	-	125,2	105,0	-	25,0	-	167,0	392,2
Калмыкия	-	-	28,4	-	2,5	-	-	-	13,6	-	44,5	-
Краснодарский	165,7	7,0	245,7	2,0	70,4	-	70,56	-	36,74	-	589,1	9,0
Ростовская	10,0	-	-	-	5,0	-	14,0	-	6,8	-	35,8	-
Северо-Кавказский ФО	105,0	46,0	42,0	50,0	47,0	25,0	24,0	34,0	25,0	59,0	243,0	214,0
Дагестан	10,0	46,0	2,0	50,0	22,0	25,0	7,0	34,0	22,0	59,0	63,0	214,0
Кабардино-Балкарская	-	-	17,0	-	6,0	-	1,0	-	1,0	-	25,0	-
Карачаево-Черкесская	22,0	-	-	-	2,0	-	1,0	-	2,0	-	27,0	-
Осетия	70,0	-	23,0	-	17,0	-	15,0	-	-	-	125,0	-
Ставропольский	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	-

Современные объемы производства лесных культур дуба довольно высоки и за пятилетие (2007-2011 г.) составляют 14 367,6 га со следующим распределением по Федеральным округам: Северо-Западный – 385,0 га (2,7% от общего объема), Центральный – 7 531,8 га (52,4%), Приволжский – 4 676,7 (32,5%), Южный – 1 317,4 га (9,2%), Северо-Кавказский – 457,0 га (3,2%). Наиболее интенсивно лесокультурное производство развито в Центральной лесостепи и в Среднем Поволжье.

В заключение необходимо отметить, что при лесовосстановлении дубрав по возможности следует отдавать предпочтение посеву, особенно при посеве желудей «под зиму», при котором достигается экономия от зимнего хранения желудей. Более чем 200-летний опыт восстановления дубрав свидетельствует о том, что при посадке сеянцев дуба также выращиваются высокопродуктивные дубравы при строгом соблюдении технологии лесокультурного производства. Рекомендуется при лесовосстановлении использовать желуди улучшенной селекционной категории. По составленным нами технологическим картам [2] доказано, что использование желудей улучшенной селекционной категории приводит к незначительному удорожанию лесокультурного производства (2-6%). Однако при этом гарантированно получаются более устойчивые и продуктивные дубравы.

Список использованных источников:

1. Калиниченко Н.П. Дубравы России. – М.: ВНИИЦлесресурс, 2000. – 536 с.

2. Крюкова С.А., Костикин В.А. Экономические аспекты лесовосстановления дубрав улучшенным селекционным материалом. Современная лесная наука: проблемы и перспективы. Материалы Всероссийской научно-практической конференции 20-22 декабря 2017 года. – Воронеж: Истоки, 2017. – С. 89-92.

РЕГЕНЕРАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ТКАНЕЙ РАСТЕНИЙ *METASEQUOIA GLYPTOSTROBOIDES* HU & CHENG В УСЛОВИЯХ *IN VITRO*

Шитова Е.Э., Чорнобров О.Ю.
Обособленное подразделение Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Боярская лесная опытная станция», Украина
jam90@ukr.net, oksana_chornobrov@ukr.net

Одной из актуальных задач современности является сохранение и воссоздание исчезающих ценных генотипов растений. К таким относят растения рода *Metasequoia* Hu & W.C. Cheng. В настоящее время существует единственный реликтовый вид рода – *Metasequoia glyptostroboides* Hu & W.C. Cheng, который занесен в Красный список Международного союза охраны природы (IUCN) в статусе исчезающего [1]. Природный ареал растений охватывает Центральный Китай (провинции Хубэй и Сычуань). Традиционно растение размножается семенным и вегетативным способами. Среди них наиболее распространенными являются методы вегетативного размножения *M. glyptostroboides*, поскольку семена характеризуются чрезвычайно низким показателем лабораторной всхожести [2]. Кроме того, имеющиеся методы вегетативного размножения *M. glyptostroboides* трудоемки и малоэффективны, что не позволяет получать необходимое количество укоренившихся черенков от взрослых деревьев [2]. Одним из подходов сохранения растений является культивирование в условиях *in vitro*. Метод культуры тканей *in vitro* позволяет массово получать оздоровленные, генетически однородные растения в течение года с использованием минимального количества донорного материала [3-4]. В отечественной научной литературе имеется незначительное количество публикаций по микроклональному размножению растений *M. glyptostroboides* [5-6]. Именно поэтому цель исследования – изучение регенерационной способности тканей растений *M. glyptostroboides* при действии регуляторов роста для их массового размножения *in vitro*.

Для исследований использовали части побегов длиной 15-20 см с 10-летних растений-доноров *M. glyptostroboides* в октябре 2018 г. и марте 2019 г. В качестве эксплантов использовали фрагменты одревесневших побегов длиной 1,0-2,0 см с одной почкой. Стерилизация растительного материала заключалась в выдерживании в мыльном растворе и проточной воде (15-20 мин.), ополаскивании дистиллированной водой (1-2 мин.), обработке 70%-ным этиловым спиртом (1-2 мин.), использовании 2,5% NaClO (10-12 мин.) и 1,0% $AgNO_3$ (10-12 мин.) и дальнейшем трехкратном промывании в стерильной дистиллированной воде (по 5-6 мин. в каждой порции). На этапе введения в культуру *in vitro* использовали безгормональную питательную среду по прописи MS (Murashige & Skoog, 1962) [7]. В питательные среды добавляли 100 мг/л мезоинозитола, 30 г/л сахарозы, 2,0 г/л активированного угля и 7,0−7,3 г/л агара микробиологического. Полученные микропобеги отделяли от эксплантов и субкультивировали на модифицированные регуляторами роста питательные среды. Регенерационную способность эксплантатов исследовали на питательных средах с добавлением регуляторов роста ауксинового (3-индолилмасляная кислота (ИМК), β-индолил-3-уксусная кислота (ИУК), α-нафтилуксусная кислота (НУК) и цитокининового (БАП (6-бензиламинопурин), кинетин) типов действия. Показатель кислотности среды (pH) доводили до уровня 5,7-5,9. Растительный материал культивировали по общепринятой методике [3-4] в культуральном помещении при температуре 24±2°С и освещении 2,0-3,0 клк с 16-часовым фотопериодом и относительной влажности воздуха 70-75%. Исследования выполнены в научно-исследовательской лаборатории биотехнологии растений ОП НУБиП Украины «Боярская ЛОС».

Эффективная стерилизация (более 50%) одревесневших эксплантов растений *M. glyptostroboides* достигнута путем их последовательного выдерживания в течение 10-12 мин в растворе 2,5% NaClO со следующим перенесением в 1,0% $AgNO_3$. В случае

применения питательной среды MS с добавлением 0,25 мг/л кинетина и 2,0 г/л активированного угля регенерационная способность эксплантов на 28 сутки культивирования составляла более 60%. При таких условиях культивирования микропобеги, активированные с боковых почек, имели длину 1,0-2,0 см и характерную для вида пигментацию. Коэффициент мультипликации эксплантов составил 8,0-11,0 при цикле культивирования 60 суток. В случае использования в питательных средах 0,25-2,0 мг/л БАП и 1,0-2,0 мг/л кинетина наблюдалось замедление роста микропобегов, которое впоследствии приводило к отмиранию тканей.

Также изучено влияние ауксинов на процесс корнеобразования микропобегов *M. glyptostroboides*. При использованиии 5,0-10,0 мг/л НУК и ИУК количество укоренившихся микропобегов составило 40-50% и 20-30%, соответственно. Наибольшую долю укоренившихся микропобегов (более 60%) получено на питательной среде MS с добавлением 5,0-10,0 мг/л ИМК. Наличие корневой системы у микропобегов фиксировали на 25-35 сутки культивирования. В случае использования 7,5 мг/л ИМК количество микропобегов с корнями составило 60-70%. На 55 сутки культивирования длина микропобега составляла 2,0-7,0 см, корней – 1,0-1,5 см.

Итак, в результате проведенных исследований изучена регенерационная способность тканей растений *M. glyptostroboides in vitro* при действии регуляторов роста для их массового размножения и сохранения. Разработана эффективная технология микроклонального размножения растений *M. glyptostroboides* путем активации роста имеющихся меристем эксплантатов, подобраны оптимальные условия для активного ризогенеза и получены оздоровленные растения-регенеранты. Дальнейшие исследования направлены на разработку оптимальной технологи адаптации растений-регенерантов *M. glyptostroboides* к условиям *in vivo*.

Список использованных источников:

1. *Metasequoia glyptostroboides* [Електронний ресурс]. – Режим доступа: https://www.iucnredlist.org/species/32317/2814244.

2. Слюсар С.І. Біологічні особливості видів родини *Taxodiaceae* F. W. Neger у зв'язку з інтродукцією в Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.05 «Ботаніка». – Київ, 2005. – 20 с.

3. Бутенко Р.Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений: учеб. пособ. – М.: Наука, 1964. – 272 с.

4. Smith R.H. Plant Tissue Culture: Techniques and Experiments. – 2012. − 55 pp.

5. Гузь М.М., Гречаник Р.М., Лісовий М.М. та ін. Розмноження *Metasequoia glyptostroboides* Hu & Cheng в умовах *in vitro*. Науковий вісник НЛТУ України. – 2014. – Вип. 24.6. – С. 8-14.

6. Патент на корисну модель №90219, МПК (2014.01), A01H 4/00. Спосіб розмноження *in vitro Metasequoia glyptostroboides* Hu & Cheng / Гузь М.М., Гречанник Р.М., Лісовий М.М., Синявський Ю.Є.; власник Державний вищий навчальний заклад Національний лісотехнічний університет України. – № заявки u 2014 00869, дата подання заявки 30.01.2014, опубл. 12.05.2014, Бюл. № 9.

7. Murashige T., Skoog F. A Revised Medium for Rapid, Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures. Physiologia Plantarum. – 1962. – Vol .15, №3. – P. 473-497.

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕХАНИЗАЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ И СОДЕРЖАНИИ ЛЕСОСЕМЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В КАЗАХСТАНЕ

Шишкин А.М.[1], Алтыбаев А.Н.[2], Найденко Е.В.[2]
[1]Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Казахстан agro-melioration@mail.ru
[2]Научно-производственный центр агроинженерии, Казахстан spcae@yandex.kz

Создание постоянной лесосеменной базы – одна из важнейших задач в сфере лесовосстановления и лесоразведения. Схема и комплекс мероприятий по организации постоянной лесосеменной базы – это, прежде всего, выделение наиболее типичных для каждого региона условий произрастания древесных растений и лесных культур для создания лесосеменных участков. Выбор насаждений для закладки лесосеменных участков осуществляется на базе селекционной инвентаризации. Необходимо определить наиболее перспективные условия произрастания, разработать и использовать показатели индивидуальной оценки насаждений, систему отбора деревьев в рубку, технологию организации клоновых семенных плантаций. На лесосеменных плантациях должны сочетаться производственные работы по производству сортовых семян и экспериментальные, направленные на их дальнейшее генетическое улучшение [1-2].

При выполнении НИР была рассмотрена работа лесосеменной базы на примере лесного природного резервата ГЛПР «Семей орманы». В настоящее время вопрос создания постоянной лесосеменной базы на территории РГУ «ГЛПР «Семей орманы» получил широкий резонанс, так как восстановление участков, пройденных пожарами, направлено на использование качественного посадочного материала, выращенного из элитных семян, которые могут быть собраны с объектов постоянной лесосеменной базы (ЛСП, ПЛСУ, плюсовые насаждения). Но такие объекты в регионе имеются в недостаточном количестве. Выделенные объекты ПЛСБ должны ежегодно обеспечить резерват семенами сосны в объеме до 150 тонн шишек. «ГЛПР «Семей орманы» проводит работы по созданию высокопродуктивной лесосеменной базы в зоне деятельности: отбору плюсовых насаждений и деревьев, отводу и формированию постоянных и временных лесосеменных участков, лесосеменных плантаций, осуществляет мероприятия по прогнозу и учету урожая, сбору, переработке и хранению семян, выращиванию ценного посадочного материала местных и инорайонных пород, внедрению в семеноводство современных достижений науки [3].

Основной задачей резервата является высокопрофессиональная организация ведения лесного селекционного семеноводства: ведение отбора, учета плюсовых деревьев и насаждений, генетических резерватов; выращивание лесного селекционного посадочного материала и обеспечение потребностей в нем лесхозов республики при закладке ими объектов постоянной лесосеменной базы; выращивание стандартного лесного посадочного материала с закрытой корневой системой для целей лесовосстановления и лесоразведения; переработка и хранение семян и шишек; оказание методической помощи лесхозам в организации лесного селекционного семеноводства, питомнического хозяйства и лесовосстановления и пр.

Наибольшую трудность представляет технологическая операция по сбору лесосеменного сырья с растущих деревьев. В большинстве случаев рабочему приходится подниматься в крону и там собирать плоды руками, стряхивать, сбивать их шестами, срезать резаками и т.п. Так, ООО «Лесснаб» (г. Петрозаводск, Россия) предлагает ассортимент оборудования для лесосеменных объектов: лазы, подъемники, стряхивающие устройства, лестницы, лестницы-стремянки, лестницы сборные высотой до 20 м; телескопические гидроподъемники, вибрационные установки, приспособления для подъема на деревья (когти, ленточные устройства и пр.); инструмент для ухода за кронами деревьев, а также гидравлические подъемники высотой подъема до 20 м.

Для подъема сборщика в крону наибольшее распространение получили индивидуальные подъемные приспособления – устройство для подъема рабочего в крону деревьев ДК-1, древолазное устройство «Белка». Для сбора рекомендованы различные ручные приспособления, выдвижные лестницы, древолазные устройства, телескопические подъемники, отряхивающие машины.

Собранные сосновые шишки перерабатывают с целью отбора семян. Шишки сортируют и высушивают до необходимой влажности. Затем при помощи установки семена извлекаются из шишек, производится их обескрыливание и очистка, сортировка семян. Для этого широко применяются технологические линии для сбора и обработки семян, линия предварительной очистки шишек и извлечения из них семян, сепараторы, сушильные шкафы (производство компании «ВСС» (Швеция).

Специалисты следят за тем, чтобы далее в производственный процесс попали только качественные и здоровые семена. Для производства используются местные семена - заготовленные в пределах лесосеменного района, которые проходят обязательную апробацию на лесосеменной станции. Жесткие лесорастительные условия ВКО не принимают инорайонные семена продуцированных пород из регионов, где влажность больше, иной состав почвы, лесорастительные условия лучше.

Процесс сбора шишек и заготовки идет непрерывно. Необходимо иметь страховой семенной фонд на случай неурожайности в объеме не менее двухлетнего запаса. Семена, идущие в запас, хранятся по специальной технологии в стеклянных бутылях при определенной температуре на складах. Ежегодно до 1 тонны семян идет на посев.

Дальнейшее выращивание сеянцев происходит в теплицах. За счет теплиц лесосеменного комплекса сеянцы достигнут товарного размера за год, тогда как под открытым небом сеянец сосны должен расти не менее двух лет, лишь потом его можно пересаживать. Это большой плюс с точки зрения возможностей восстановления горельников и пустошей.

В Канонерском филиале «ГЛПР «Семей орманы» создан лесосеменной центр по выращиванию посадочного материала с закрытой корневой системой. Филиал занимает приоритетное место в лесном природном резервате, являясь оптимальным не только по лесорастительным условиям, но и географическому положению местом формирования постоянной лесосеменной базы [4].

Выбор участка под ЛСП должен подходить по всем необходимым параметрам, предъявляемым к плантациям – соответствующие лесорастительные условия для произрастания сосны, близость к лесничеству, наличие дорог для вывоза семян и прохода техники, отсутствие минусовых насаждений вокруг участка и почвенных вредителей, расположение участка в не морозобойном и защищенном от суховеев месте с относительно ровным рельефом, доступным для использования машин и механизмов.

Создание лесосеменной плантации начинается с подготовки участка. Выполняются работы по расчистке от мелколесья кусторезом КД-1,5, измельчителем лесным навесным ИЛН-2; работы по корчеванию пней и вычесыванию корней корчевальным агрегатом МРП-2А на лесохозяйственном тракторе марки «Онежец»; работы по расчистке территории от камней агрегатом камнеуборочным Conow 1400 [5].

Затем производят планировку поверхности бульдозером ДЗ-42. Далее производится основная зяблевая вспашка почвы плугом лесным Л-134, затем предпосадочное боронование почвы агрегатом почвообрабатывающим АКШ.

Разбрасывателем минеральных удобрений Л-116 в обработанную почву вносятся удобрения.

После подготовки почвы проводят планировку участка, затем, с помощью маркера или иных приспособлений, маркировку площади - устанавливают колышки около будущих посадочных мест. Посадка саженцев, сеянцев производится лесопосадочными машинами ЛЛА-1, ЛМГ-2.

С целью удаления больных деревьев, сухих веток проводится изреживание насаждений (машина для обрезки боковых ветвей и наклонных стволов МОВ-4,2, машина лесохозяйственная блочно-модульная МЛМ-3,УСД-0,25).

Уход за семенными деревьями проводят на протяжении всего срока выращивания с целью обеспечения максимальной освещенности и свободного развития крон деревьев. С разрастанием крон семенных деревьев и снижением ширины технологического коридора для прохода машин и механизмов до 1,5 м предусматривается постепенное изреживание с удалением больных, ослабленных и слабо плодоносящих деревьев.

Для этого применяются секаторы, стремянки, высоторезы, пилы, моторизованные кусторезы, корнеподрезчик КН-1,2, толкатель для расчистки лесосек от порубочных остатков ТРЛ-0,1, агрегат камнеуборочный Conow 1400, измельчитель лесной навесной ИЛН-2, ИЛН-2000; ИЛН-2400; машина для измельчения пней JCB SG30HF; JCB SGS26.

Посадку производят лесопосадочными машинами МЛУ-1, МПС-1, СЛ-2А, ССН-7, ЭМИ-5.

При содержании лесосеменных объектов за семенными плантациями необходим тщательный уход. Молодые саженцы подкармливают минеральными удобрениями (опрыскиватель для лесных питомников ОЛП-5-300), проводят прополку, рыхление почвы. Проводится также дискование, рыхление приствольных кругов.

Применяются приспособления для ухода за лесными культурами (культиватор лесной бороздной Л-129 (КЛБ-1,7), для рыхления и уничтожения сорняков между строчками посевов в лесных питомниках (культиватор межстрочный КМС-1, фреза межленточная ФМЛ-2), уход за растениями, внесение минеральных удобрений, горизонтальная подрезка корней растущих сеянцев (культиватор комбинированный ККП-1).

Рынок лесохозяйственной техники характеризуется тем, что предложение формируется импортной техникой ближнего (Россия, Беларусь, Украина) и дальнего зарубежья (Китай, Швеция, Германия, Великобритания и др.). В технологические комплексы машин и средств механизации для создания и содержания лесосеменных объектов было включено около 70 наименований машин, в т. ч. для технологических операций по подготовке участков – 15 наименований марок машин, для подготовки почвы – 5 наименований, обработки почвы – 10 наименований, для обработки посевов – 10 наименований, для выкопки саженцев – 4 наименований, для ухода за лесными культурами - 3 наименования и посадки и посева семян – 15 наименований.

Список использованных источников:

1. Онучин Е.М. Перспективный комплекс лесных машин. Научный журнал КубГАУ. – 2013. –№91 (07).

2. Plantation forestry seeds and planting material standards [Электронный ресурс] http://www.bafra.gov.bt.

3. Сагадиев Ж. Лесничие – особые люди. [Электронный ресурс] http://www.semey-ormany.kz/index/publications.htm.

4. Сарсекова Д.Н., Калачев А.А., Муртазина А.С., Жилкибаева Ш.С. Создание лесосеменной плантации в РГУ «Государственный лесной природный резерват «Семей орманы» [Электронный ресурс] http://group-global.org/ru/publication/51574-sozdanie-lesosemennoy-plantacii-v-rgu-gosudarstvennyy-lesnoy-prirodnyy-rezervat.

5. Шишкин А.М., Алтыбаев А.Н. Рекомендации по усовершенствованию технологических комплексов машин и средств механизации для лесного хозяйства и защитного лесоразведения Республики Казахстан. – Кокшетау: Издательство «Мир печати», ИП Устюгова, 2017. – 292 с.

СКРИНИНГ ЯДЕРНЫХ МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ МАРКЕРОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ *PINUS SIBIRICA* DU TOUR

Шуваев Д.Н.
ФБУ «Рослесозащита» - «ЦЗЛ Красноярского края», Россия denis.shuvaev@gmail.com

Сосна кедровая сибирская или кедр сибирский является важным лесообразующим видом. Поэтому изучение его генофонда в пределах всего ареала произрастания представляется актуальной задачей. Ранее с помощью аллозимных маркеров на значительной части ареала были исследованы особенности генетической изменчивости популяций кедра [1-5]. Исследования же изменчивости на уровне ДНК вида имели ограниченный характер [6]. Наиболее распространенными в настоящее время генетическими маркерами для оценки генетического разнообразия, потока генов и дифференциации популяций являются ядерные микросателлитные локусы. Для *Pinus sibirica*, а также близкородственных видов *Pinus armandii* и *Pinus cembra*, ранее были разработаны соответствующие ядерные микросателлитные маркеры [7-9]. Из наборов маркеров для *P.armandii* и *P.cembra* были проверены локусы с длиной мотива более 2 баз, которые были указаны авторами, как полиморфные и дающие кроссамплификацию с кедром. Из пар праймеров, разработанных для *P. armandii*, было проверено 12, для *P. cembra* - 1, для *P. sibirica* - 23. Таким образом, суммарно, проверке на стабильность амплификации и наличие полиморфизма было подвергнуто 36 ядерных микросателлитных локусов. Тестирование маркеров проводили на выборках из 5 основных географических регионов произрастания кедра: Горный Алтай, Кузнецкий Алатау, Урал, Восточный Саян, Западный Саян. Минимальная начальная выборка для каждого региона составила 30 образцов деревьев в возрасте 60-100 лет. Если на данных выборках локусы демонстрировали стабильную амплификацию, то географию и размеры выборок постепенно расширяли до 3-5 выборок на регион с добавлением выборок из равнинной части ареала кедра.

По результатам скрининга наиболее стабильными и полиморфными маркерами для исследования популяционно-генетической структуры сосны сибирской на всем ареале произрастания оказалось 9 локусов: Ps_80612, Ps_364418, Ps_1375177, Ps_1502048, Ps_31489, Ps_25981, Ps_39709, Ps_718958 [7], Pc35 [9]. Проверка данных локусов на наличие скрытых нуль-аллелей не выявила таковых. Маркеры, разработанные для *P. armandii*, в большинстве случаев демонстрировали хорошую амплификацию, однако у кедра они оказались полностью мономорфными. Остальные маркеры имели нестабильные спектры амплификации (присутствие минорных полос) и отсутствие ПЦР-продукта у части образцов некоторых выборок, что свидетельствовало о наличии явных нуль-аллелей. В других случаях локусы были мономорфными. Включенный в панель локус Ps_718958, явился исключением, несмотря на то, что в некоторых регионах он был практически мономорфным или слабополиморфным - в других напротив - его гетерозиготность доходила до 23%. Этот локус внес наибольший вклад в межпопуляционную дифференциацию, которая составила 8,8%.

Список использованных источников:

1. Гончаренко Г.Г., Падутов В.Е., Силин А.Е. Степень генетической подразделенности и дифференциации в природных популяциях кедровых сосен СССР. Доклады АН СССР. - 1991. - Т. 317. №6. - С. 1477-1483.

2. Крутовский К.В., Политов Д.В., Алтухов Ю.П. Генетическая изменчивость сибирской кедровой сосны *Pinus sibirica* Du Tour. Сообщение II. Уровни аллозимной изменчивости в природной популяции Западного Саяна. Генетика. – 1988. – Т. 24. №1. - С. 118-125.

3. Крутовский К.В., Политов Д.В., Алтухов Ю.П., Милютин Л.И., Кузнецова Г.В., Ирошников А.И., Воробьев В.Н., Воробьева Н.А. Генетическая изменчивость сибирской кедровой сосны *Pinus sibirica* Du Tour. Сообщение IV. Генетическое разнообразие и степень генетической дифференциации между популяциями. Генетика. – 1989. - Т. 25. №11. - С. 2009-2032.

4. Крутовский К.В., Политов Д.В., Алтухов Ю.П. Межвидовая генетическая дифференциация кедровых сосен Евразии по изоферментным локусам. Генетика. – 1990. – Т. 26. №4. - С. 694-707.

5. Политов Д.В., Крутовский К.В., Алтухов Ю.П. Характеристика генофондов популяций кедровых сосен по совокупности изоферментных локусов. Генетика. - 1992. – Т. 28. №1. - С. 93-114.

6. Орешкова Н.В., Седельникова Т.С., Пименов А.В., Ефремов С.П. Генетическая структура и дифференциация болотных и суходольных популяций сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) по ядерным микросателлитным локусам. Генетика. – 2014. – Т. 50. №9. - С. 1059-1066.

7. Белоконь М.М., Политов Д.В., Мудрик Е.А., Полякова Т.А., Шатохина А.В., Белоконь Ю.С., Орешкова Н.В., Путинцева Ю.А., Шаров В.В., Кузьмин Д.А., Крутовский К.В. Разработка микросателлитных маркеров сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) по результатам полногеномного *de novo* секвенирования. Генетика. – 2016. – Т. 52. №12. - С. 1418-1427.

8. Dong W-L., Wang R-N., Yan X-H., Niu C., Gong L-L., Li Z-H. Characterization of polymorphic microsatellite markers in *Pinus armandii* (*Pinaceae*), an endemic conifer species to China. Applications in Plant Sciences. – 2016. – Vol. 4(10): 1600072.

9. Salzer K., Sebastiani F., Gugerli F., Buonamici A., Vendramin G.G. Isolation and characterization of polymorphic nuclear microsatellite loci in *Pinus cembra* L. Molecular Ecology Resources. – 2009. - Vol. 9(3). - P. 858–861.

ФИСТАШКА НАСТОЯЩАЯ – *PISTACIA VERA* L. И ЕЁ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ФОРМЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ФИСТАШКОВОДСТВА В УЗБЕКИСТАНЕ

Эшанкулов Б.И.[1], Холмуротов М.З.[2]
[1]Научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Узбекистан
[2]Ташкентский государственный аграрный университет, Узбекистан
mxolmurotov@gmail.com

Фисташка настоящая является орехоплодной культурой, выращиваемой во многих странах мира. Ежегодно по всему миру выращивается 855 тысяч тонн плодов фисташки настоящей. В мире проводятся масштабные исследования для развития фисташководства, в частности, по повышению продуктивности естественных насаждений, улучшению качества существующих и созданию высокопродуктивных плантаций этой породы. Также проводились научные исследования по созданию высокопродуктивных, качественных экспортоориентированных сортов и подбору форм, совершенствованию технологии создания и выращивания семенной плантации фисташки настоящей и в результате были достигнуты определенные успехи [1].

На сегодняшний день в системе лесного хозяйства нашей страны проведены масштабные реформы, особое внимание уделяется совершенствованию системы возведения плантаций фисташки настоящей, повышению урожайности фисташковых рощ, упрощению их размножения сеянцами, уделяется большое внимание применению инновационных методов в развитии фисташководства. Запланировано создание плантации интенсивного типа в республике на площади 10 тыс. га. На основе реализованных программных мер в этом направлении выведены новые сорта и формы фисташки настоящей, достигнуты определенные результаты по разработке технологии посева семян на постоянное место. Вместе с тем, недостаточно внимания было уделено разработке технологии выращивания фисташки настоящей из сеянцев. При этом актуальным считается дальнейшее повышение эффективности выращивания плантаций путем их создания из саженцев, выращиваемых в подготовленных контейнерах и с целью сокращения сроков начала их плодоношения.

Изучение фенологических, морфологических и биоэкологических показателей у вегетативно размноженных форм фисташки настоящей путем таксационных и аналитических методов проводился в благоприятных регионах для создания промышленных плантаций на малообеспеченной (Сарайкурган) и среднеобеспеченной (Нурата) влажностью опытных территориях. Исследования по селекционной оценке форм фисташки проводились по методике «Комплексной оценки хозяйственно-биологических особенностей ценных сортов фисташки настоящей», разработанных Г.М. Черновой и Г.С. Олехновичем [2]. Статистическая обработка полученных результатов исследований проводились по методу Б.А. Доспехова.

Природно-климатические условия районов исследований признаны благоприятными для роста и развития фисташки настоящей. Но редкие похолодания, которые иногда наблюдаются в первой и второй декадах апреля, могут совпадать с фазой цветения и уничтожить урожай.

Следует отметить, что ценные формы фисташки настоящей, независимо от природно-климатических условий, имеют различные фенофазы. Это неизменяемая особенность присуща каждому сорту и форме. Например, если у некоторых форм фаза цветения совпадает с первой декадой апреля, то у других она совпадает с первой декадой мая. В соответствии с этим, спелость урожая делится на раннюю (третья декада июля), среднюю (до середины августа) и позднюю (третья декада августа).

Фенофаза фисташки настоящей в разных климатических регионах протекает по-разному. В свою очередь, и на отобранных формах фенофазы протекали с разными сроками. Для фисташки настоящей фаза цветения имеет важное значение, так как сохранность урожая нынешнего года зависит от несовпадения фазы цветения с периодом

поздних весенних заморозков. Если фаза цветения на материнском дереве формы 518-Г в Бабатаге приходится на 12–17 апреля, то в привитой, в коллекции на Галляаральском участке приходится на 22–28 апреля. А на территории Сарайкурганского лесхоза протекает 19–25 апреля. Если продолжительность формирования урожая (от цветения до полного созревания плода) в форме 518-Г в Бабатаге составила 118 дней, то в Галляарале – 115 дней, а в Сарайкургане – 113 дней.

Каждая фенологическая фаза фисташки в Галляарале и Сарайкургане начиналась позже на 6–14 дней, чем в Бабатаге. Несмотря на это, отмечено, что продолжительность формирования урожая в сравнении с Бабатагом сократилась на 3–7 дней (518-Г и 527-Ш). Основная причина этому – относительно высокая влажность почвы.

Начало вегетационного периода форм фисташки настоящей, отобранных в Сарайкургане, проходится на 2–3 декаду марта. Фаза цветения в изучаемых формах продолжалась с 14 апреля по 2 мая. Поздние сроки цветения снижают риск действия весенних заморозков. Полученные данные показывают, что фазы цветения у форм 21-Ш, 22-Ш и 52-РГ, и на материнских деревьях, и на вегетативно-размноженных деревьях, оставались неизменными – цветение в обоих случаях происходило в поздние сроки.

В период исследований самый высокий показатель по количеству побегов, образовавших генеративные почки в нынешнем году, для урожая следующего года отмечены у форм 527-Ш и 4-Ш (свыше 80%) и был оценен 5 баллами. А самый низкий показатель наблюдался у форм 518-Г и 33-Ш (меньше 70%) и они оценены 3 баллами. У формы 4-Ш на территории Сарайкургана был отмечен самый высокий показатель по количеству генеративных почек (80,7%), который был оценен 5 баллами. Самый низкий показатель наблюдался в форме 33-Ш (ниже 70%) с оценкой в 3 балла. Другие формы по количеству образованных генеративных почек, были на промежутке 70–79% и оценены 4 баллами.

Биохимический состав плодов форм фисташки настоящей по территориям был изучен по отдельности. Согласно результатам исследования, у плодов форм фисташки, отобранных на территории Бабатага, количество жира в Сарайкургане было больше на 0,7–5,4%, чем в Галляарале. Основная причина этому – относительно высокая температура воздуха и малое количество годовых осадков в Сарайкургане. В плодах форм, произрастающих Галляарале количество сахара, наоборот, было больше. Самый высокий уровень жира наблюдался в плодах форм 527-Ш (62,1%). А высокий уровень сахара отмечен у формы 521-Г (6,7%). Для того, чтобы плоды фисташки настоящей имели своеобразный вкус, количество сахара в них должно быть выше 4%, а количество жира – в промежутке 58–60%.

В период вегетации, начиная от цветения до формирования плодов фисташки настоящей, на снижение урожайности влияют различные факторы. В частности, в период цветения цветы не опыляются полностью и повреждаются различными вредителями, а в период формирования плода – жарким и сухим ветром и при созревании плода – болезнями и вредителями. Кроме этого, выявлено, что из-за нехватки питательных веществ и влаги на деревьях фисташки настоящей наблюдается преждевременный отпад плодов [3].

Сохранность урожая у изучаемых форм фисташки настоящей в среднем составила 10,4%, т.е. почти 90% урожая теряется в результате воздействий различных неблагоприятных факторов.

При создании плантаций фисташки рекомендуется использовать сорта с различными сроками цветения и созревания плодов. Такое размещение уменьшает вероятность повреждения цветов фисташки весенними заморозками, увеличивает шансы опыления и обеспечивает осуществление сбора урожая поэтапно. Для создания плантаций в «Сарайкурганском» лесном хозяйстве рекомендуются перспективные формы 518-Г, 521-Г, 527-Ш, 528-Г, 52-РГ, 21-Ш и 59-Г как наиболее урожайные, крупноплодные и устойчивые к неблагоприятным факторам окружающей среды, а также вредителям [4].

Список использованных источников:

1. Kayimov A.K., Sultanov R.A., Chernova G.M. *Pistacia* in Central Asia. Project on underutilized Mediterranean species. *Pistacia*: towards a comprehensive documentation of distribution and use of its genetic diversity in Central & West Asia, North Africa and Mediterranean Europe. Report of the IPGRI Workshop. – 1998. – C. 14-17.

2. Чернова Г.М. Биоэкологические основы селекции фисташки настоящей (*Pistacia vera* L.) в Центральной Азии. – Бишкек, 2004. – 166 с.

3. Kholmurotov M.Z. The factors that affect productivity of pistachio (*Pistacia vera* L.) for the following year. International Journal of Applied and Pure Science and Agriculture. - 2017. – Vol. 3, №4. – P. 22–24.

4. Холмуротов М.З. Урожайность местных форм фисташки настоящей при вегетативном размножении в Узбекистане. Мичуринский аграрный вестник. – 2016. – №4. – С. 42–47.

СОДЕРЖАНИЕ

Aksyonova A.I., Novikova S.V., Birukov V.V., Bondar E.I., Oreshkova N.V., Simonov E.P., Litovka Yu.A., Pavlov I.N., Sharov V.V., Putintseva Yu.A., Kuzmin D.A., Krutovsky K.V.
STUDY OF MOLECULAR GENETIC MECHANISMS OF PATHOGENICITY IN THE *HETEROBASIDION ANNOSUM* × *H. PARVIPORUM* HYBRIDS USING COMPARATIVE GENOMICS AND DIFFERENTIAL EXPRESSION ANALYSIS…… 5
Akulova V.S., Sharov V.V., Aksyonova A.I., Putintseva Yu.A., Oreshkova N.V., Feranchuk S.I., Kuzmin D.A., Pavlov I.N., Krutovsky K.V.
DE NOVO ASSEMBLY AND ANNOTATION OF *ARMILLARIA BOREALIS* GENOME 7
Bāders E., Jansons Ā., Ruņģis D., Desaine I., Katrevics J.
COMPARISON OF GENETIC DIVERSITY AND RELATEDNESS IN NATURALLY RENEWED NORWAY SPRUCE STANDS AND SEED PLANTATION PROGENIES... 10
Biriukov V.V., Akulova V.S., Sharov V.V., Oreshkova N.V., Simonov E.P., Pavlov I.N., Litovka Yu.A., Putintseva Yu.A., Kuzmin D.A., Krutovsky K.V.
ASSEMBLY AND ANNOTATION OF *NEONECTRIA SIBIRICUM* PAVLOV & LITOVKA TRANSCRIPTOME……... 11
Kalko G.V., Germak M.V.
ANALYSIS OF MELTING CURVE OF AMPLICONS FOR THE SELECTION OF *PICEA ABIES* L. nSSR-LOCI FOR MULTIPLEXING…… 14
Krutovsky K.V., Akulova V.S., Belkov V.I., Biriukov V.V., Bondar E.I., Feranchuk S.I., Konstantinov Yu.M., Kuzmin D.A., Novikova S.V., Oreshkova N.V., Putintseva Y.A., Sadovsky M.G., Sharov V.V., Shmakov V.N., Simonov E.P.
POSTGENOMIC TECHNOLOGIES IN PRACTICAL FORESTRY: DEVELOPMENT OF GENOME-WIDE MARKERS FOR TIMBER ORIGIN IDENTIFICATION AND OTHER APPLICATIONS……. 15
Poliakova T.A., Slipets A.A., Zavistyaeva M.A.
SCIENTIFIC-METHODICAL PRINCIPLES OF MONITORING OF FOREST GENETIC RESOURCES STATE IN RUSSIA……. 18
Putintseva Y.A., Bondar E.I., Sharov V.V., Simonov E.P., Oreshkova N.V., Kuzmin D.A., Konstantinov Yu.M., Shmakov V.N., Belkov V.I., Sadovsky M.G., Krutovsky K.V.
SIBERIAN LARCH (*LARIX SIBIRICA* LEDEB.) MITOCHONDRIAL GENOME, THE LARGEST CURRENTLY KNOWN MITOGENOME…… 19
Šijačić-Nikolić M., Nonić M., Milovanović J., Vilotić D.
FROM BIODIVERSITY PROTECTION TO FOREST GENETIC RESOURCES CONSERVATION – A SERBIAN CASE STUDY…….. 22
Slipets A.A., Poliakova T.A., Zavistyaeva M.A.
CONTROL OVER THE REPRODUCTIVE MATERIAL FOREST WOODY PLANT CIRCULATION IN RUSSIAN FEDERATION……. 23
Алека В.П.
ЯГОДНЫЕ КУСТАРНИКИ: ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЕ В ЛЕСАХ КАЗАХСКОГО МЕЛКОСОПОЧНИКА И ВОЗДЕЛЫВАНИЕ В КУЛЬТУРЕ……. 25
Алемсейтова Ж.Қ.
СИВЕРС АЛМАСЫНЫҢ ПАЙДА БОЛУЫ МЕН ФИЛОГЕНИЯСЫ..... 26
Арбузов С.А., Дубовик Д.С., Сигитов А.А., Роговцев Р.В., Тараканов В.В.
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ РОСТА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР СОСНЫ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ…….. 29

Ауезов Д.У., Айтеков Г.С.
ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ САКСАУЛА ЧЕРНОГО В ПИТОМНИКЕ БОЛЬШЕ-БАРСУКСКОГО ГУ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА……... 31
Базарова А.А., Архипов Е.В., Балташева С.Ж.
ДИГРЕССИЯ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ГНПП «БУРАБАЙ»……. 33
Бендер О.Г., Велисевич С.Н., Горошкевич С.Н.
МОРФОФИЗИОЛОГИЯ ЦИКЛОФИЗИСА У КЕДРА СИБИРСКОГО: ОПЫТ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕГЕТАТИВНОГО ПОТОМСТВА ОТ МАТОЧНИКОВ РАЗНОГО ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ……. 36
Благодарова Т.А., Сиволапов А.И., Сиволапов В.А.
ОСОБЕННОСТИ ПЛОДОНОШЕНИЯ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО ВОРОНЕЖСКОЙ НАГОРНОЙ ДУБРАВЫ……. 39
Бородихина Н.В., Жук Е.А., Горошкевич С.Н.
«ВЕДЬМИНЫ МЕТЛЫ» КАК ДОБРОКАЧЕСТВЕННЫЕ НОВООБРАЗОВАНИЯ..... 41
Боронникова С.В., Васильева Ю.С., Пришнивская Я.В., Чертов Н.В., Нассонова Е.С.
МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОПУЛЯЦИЙ ДВУХ ВИДОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА УРАЛЕ И ВОСТОКЕ РУССКОЙ РАВНИНЫ…… 44
Буц Ю.В., Крайнюк Е.В.
АНАЛИЗ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ……. 47
Васильева Г.В.
АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ХВОИ У ГИБРИДОВ КЕДРА СИБИРСКОГО И КЕДРОВОГО СТЛАНИКА……. 50
Васильева Ю.С., Чертов Н.В., Пришнивская Я.В.
ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ ПОПУЛЯЦИЙ ЗАПАДНОЙ РАСЫ *LARIX SIBIRICA* LEDEB. НА ЮЖНОМ УРАЛЕ…….. 53
Ветчинникова Л.В., Титов А.Ф.
ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА СОСТОЯНИЕ РЕСУРСОВ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ В РОССИИ…… 56
Вибе Е.П., Телегина О.С., Меркель К.А.
ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИЗНЕСПОСОБНЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫВ ГНПП «БУРАБАЙ»……. 57
Высоцкая Н.Ю.
ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ТОПОЛЯ ЧЕРНОГО (*POPULUS NIGRA* L.) В УКРАИНЕ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЯМИ КЛИМАТА…… 60
Гончарова Т.В., Паркина О.В., Кальченко Л.И., Тараканов В.В., Ноздренко Я.В.
ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К НАСЕКОМЫМ-ВРЕДИТЕЛЯМ ШИШЕК И СЕМЯН……... 62
Горошкевич С.Н., Велисевич С.Н., Жук Е.А., Васильева Г.В.
РАЗНООБРАЗИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У КЕДРА СИБИРСКОГО: ХАРАКТЕР, ПРИРОДА И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЕКЦИИ…….. 63
Грек В.С., Нечаев А.А., Волкова Ю.А.
ЛЕСОСЕМЕННАЯ ПЛАНТАЦИЯ КЕДРА КОРЕЙСКОГО В ХЕХЦИРСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ – ОБЪЕКТ ГЕНЕТИЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ……... 66
Гуль Л.П., Колобанов К.А.
СОЗДАНИЕ ПРИВИВОЧНЫХ ЛЕСОСЕМЕННЫХ ПЛАНТАЦИЙ КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ СОХРАНЕНИЯ ЛЕСНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ……. 68

Гупал В.В.
ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕМЯН ЛИСТВЕННИЦЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ ПО РАЗМЕРУ И УДЕЛЬНОМУ ВЕСУ……..... 70
Даниленко О.Н., Гупал В.В., Мостепанюк А.А.
РОСТ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА……... 73
Данчева А.В., Залесов С.В.
ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РУБОК УХОДА В СУХИХ СОСНЯКАХ КАЗАХСКОГО МЕЛКОСОПОЧНИКА…… 75
Донец Е.В., Бокбаева С.А.
СУТОЧНАЯ МИТОТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ……. 78
Досманбетов Д.А., Ахметов Р.С., Майсупова Б.Ж., Нугманов Д.К., Дукенов Ж.С., Бектурганов А.Н.
ҚАРА СЕКСЕУІЛ ТҰҚЫМДЫҚ АЛҚА АҒАШТАРЫНЫҢ ЗИЯНКЕСТЕРІНЕ ИНСЕКТИЦИДТЕРДІҢ ӘСЕРІ..... 80
Дубовик Д.С., Тараканов В.В.
ПРИМЕНЕНИЕ КОСМОСНИМКОВ ДЛЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ПЛАНТАЦИОННЫХ СЕЛЕКЦИОННО-СЕМЕНОВОДЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ХВОЙНЫХ ПОРОД…… 83
Дышко В.А., Торосова Л.А.
ОСОБЕННОСТИ БИОМЕТРИЧЕСКИХ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕМЯН И СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ С РАЗЛИЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ ПРОТИВ КОРНЕВОЙ ГУБКИ……. 86
Жук Е.А., Горошкевич С.Н.
ВНУТРИВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РОСТА И РЕПРОДУКЦИИ У *PINUS SIBIRICA*: ЭКСПЕРИМЕНТ *EX SITU*…… 89
Зацепина К.Г., Экарт А.К., Тараканов В.В., Кальченко Л.И., Кравченко А.Н., Ларионова А.Я.
ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ЛЕСОСЕМЕННОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ *PINUS SYLVESTRIS* L. В СИБИРИ…… 92
Ивановская С.И., Каган Д.И., Падутов В.Е.
ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЛЕСОСЕМЕННЫХ ПЛАНТАЦИЙ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ И СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В БЕЛАРУСИ…….. 94
Исаков И.Ю.
ИЗМЕНЧИВОСТЬ СБЕЖИСТОСТИ СТВОЛА У СЕМЕЙ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ И БЕРЕЗЫ ПУШИСТОЙ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ОПЫЛЕНИЯ…….. 97
Кабанов А.Н., Кочегаров И.С.
РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СОХРАННОСТЬЮ ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЗЕЛЕНОГО ПОЯСА Г. НУР-СУЛТАН……... 99
Кабанова С.А., Шахматов П.Ф., Борцов В.А.
ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В СЕВЕРНОМ РЕГИОНЕ КАЗАХСТАНА…… 102
Кайимов А., Холмуротов М.
БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ И ФОРМ ФИСТАШКИ НАСТОЯЩЕЙ В УЗБЕКИСТАНЕ……. 105
Кайимов А., Чоршанбиев Ф.М.
БИОРАЗНООБРАЗИЕ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВЕЧНОЗЕЛЁНЫХ КУСТАРНИКОВ В УЗБЕКИСТАНЕ……. 108
Келгенбаев Н.С., Ауезов Д.У., Айтеков Ғ.С.
СОЛТҮСТІК ТЯНЬ-ШАНЬ ШРЕНК ШЫРШАСЫНЫҢ БИІКТІК БЕЛДЕУЛЕРІ..... 111

Кирьянов П.С., Можаровская Л.В., Пантелеев С.В., Падутов А.В., Разумова О.А., Баранов О.Ю., Падутов В.Е.
СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ И ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ ЛОКУСОВ МИТОХОНДРИАЛЬНОГО ГЕНОМА ВЕРШИННОГО КОРОЕДА…… 113
Кострикин В.А., Ширнин В.К.
СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОМ РАЙОНЕ РОССИИ……... 116
Крекова Я.А., Чеботько Н.К.
ИНДЕКСНАЯ ОЦЕНКА ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР «ГИБРИДОВ» ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ…… 120
Кузнецова Г.В.
КЛОНЫ *PINUS CEMBRA* L. В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ…….. 123
Кузнецова Н.Ф.
ЭТАПЫ СОРТОИСПЫТАНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОГО СОРТА СОСНА «ОСТРОГОЖСКАЯ»…….. 125
Кузнецова Н.Е., Томилов Ю.В.
СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ВЫРАЩИВАНИЮ РАСТЕНИЙ…….. 128
Кузьмин С.Р.
ХВОЯ И ДРЕВЕСИНА У СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ УСТОЙЧИВОСТИ К ГРИБНЫМ ПАТОГЕНАМ…… 130
Кузьмина Н.А., Кузьмин С.Р.
РАЦИОНАЛЬНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ТЕРРИТОРИИ СИБИРИ……. 132
Кулаков Е.Е., Сиволапов А.И.
ПРОДУКТИВНОСТЬ И СОСТОЯНИЕ ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОГО ЭКОТИПА ЛИСТВЕННИЦЫ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ ПОД ВОРОНЕЖЕМ……... 135
Левин С.В., Титаренко Д.С., Кочетов А.С.
О СКУЧЕННОШИШЕЧНОЙ ФОРМЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* F.*CONGLOMERATA*) В ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ……... 138
Майсупова Б.Д., Ахметов Р.С., Досманбетов Д.А., Дукенов Ж.С., Утебекова А.Д., Адильбаева Ж.Б.
ІЛЕ АЛАТАУЫ ЖАҒДАЙЫНДА АҒАШ-БҰТАЛЫ ӨСІМДІКТЕР ТҮРЛЕРІН ҚОРҒАНЫШ МАҚСАТЫНДА ТАҢДАУ…….. 141
Махнева С.Г., Кривонос К.А.
ВЛИЯНИЕ СУЛЬФАТА МЕДИ В СРЕДЕ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН И РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ…….. 144
Муратова Е.Н., Седельникова Т.С., Горячкина О.В., Пименов А.В.
ИЗУЧЕНИЕ КАРИОТИПОВ ХВОЙНЫХ КЛАССИЧЕСКИМИ И МОЛЕКУЛЯРНО-ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ…….. 157
Никитенко Е.А.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ ЛИСТВЕННИЦЫ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ……. 150
Новак А.П., Оканов К.С.
СОСТОЯНИЕ СЕМЕННИКОВ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ НА ПОСТОЯННОМ ЛЕСОСЕМЕННОМ УЧАСТКЕ……. 153
Обезинская Э.В., Силенко М.Н.
ФРУКТОВЫЙ САД В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ГОРОДА НУР-СУЛТАН…… 156

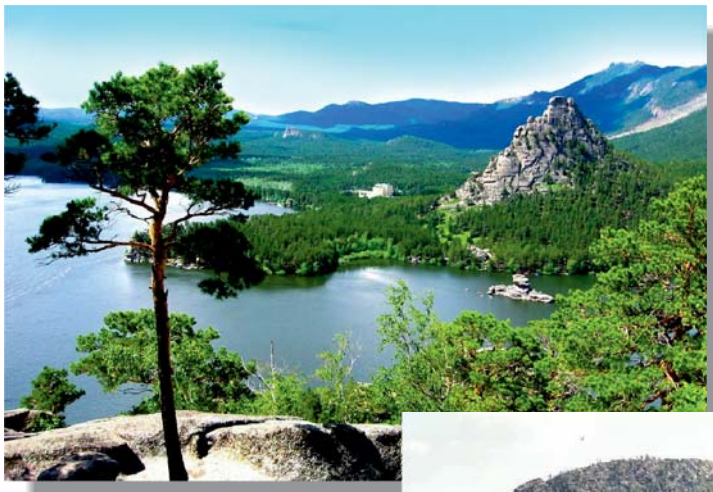
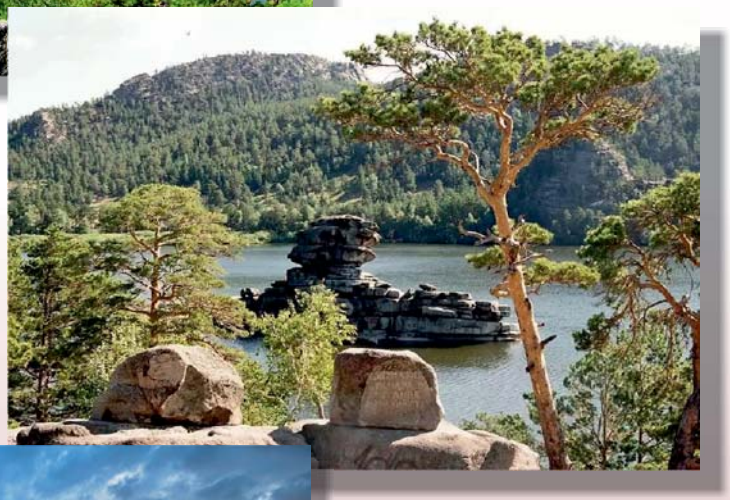
Обезинская Э.В., Роюк А.В., Евсиенко В.П.
КРАТКАЯ ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ВЕЛИКОАНАДОЛЬСКОГО ЛЕСНОГО ЗАКАЗНИКА И ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НА ЕГО ТЕРРИТОРИИ…… 158
Оканов К.С., Новак А.П., Роговский С.В.
ЛЕСНОЙ ГЕНЕТИЧЕСКИЙ РЕЗЕРВАТ КЕДРА СИБИРСКОГО НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНО-АЛТАЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА……... 160
Петелько А.И.
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПРОТИВОЭРОЗИОННОГО КОМПЛЕКСА…….. 163
Петров Г.В., Каган Д.И., Ивановская С.И., Падутов В.Е.
МИКРОСАТЕЛЛИТНЫЙ АНАЛИЗ НАСАЖДЕНИЙ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ (*TILIA CORDATA* MILL.) В БЕЛАРУСИ……. 166
Плотникова Е.Н., Торосова Л.А.
ОСОБЕННОСТИ РОСТА И МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХВОИ ПСЕВДОТСУГИ МЕНЗИСА В ОПЫТНЫХ КУЛЬТУРАХ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ УКРАИНЫ……. 170
Рахимжанов А.Н.
НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЛЕСНОЙ СЕЛЕКЦИИ, СЕМЕНОВОДСТВА, СОРТОВЫВЕДЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В КАЗАХСТАНЕ.... 173
Рахимжанов А.Н., Обезинская Э.В.
АССОРТИМЕНТ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ ПОРОД НА УСЛОВНО ЛЕСОПРИГОДНЫХ ПОЧВАХ ЗЕЛЕНОЙ ЗОНЫ ГОРОДА НУР-СУЛТАН……... 175
Ребко С.В.
ВЛИЯНИЕ СЕЛЕКЦИОННОЙ КАТЕГОРИИ СЕМЯН НА РОСТ ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ…… 177
Ребко С.В., Поплавская Л.Ф., Тупик П.В.
РОСТ, СОХРАННОСТЬ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЭКОТИПОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУРАХ БЕЛАРУСИ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ……... 180
Ржевский С.Г., Гродецкая Т.А., Евлаков П.М., Федулова Т.П.
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР НА ЭКСПРЕССИЮ ГЕНОВ ТРАНСКРИПЦИОННЫХ ФАКТОРОВ У ГЕНОТИПОВ ТОПОЛЯ…… 185
Роговский С.В., Новак А.П., Оканов К.С.
РОСТ И РАЗВИТИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР ПИХТЫ И ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ В УСЛОВИЯХ КАЗАХСТАНСКОГО АЛТАЯ…… 187
Рогозин М.В.
ПЛЮСОВЫЕ ДЕРЕВЬЯ, ФАКТОРЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ И СТРУКТУРА ДРЕВОСТОЯ……. 190
Садакова Б.Д.
АҒАШ ӨСІМДІКТЕРІНІҢ ИНДИКАТОРЛЫҚ ТҮРЛЕРІНЕ ОРТАНЫҢ АБИОТИКАЛЫҚ ФАКТОРЛАРЫНЫҢ ӘСЕРІ..... 193
Сауткина М.Ю.
ЭНТОМОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (*QUERCUS ROBUR* L.) НА КОНТРАСТНОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ФОНЕ ЦЧР В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА……... 196
Семериков В.Л., Семерикова С.А.
МУЛЬТИГЕНОМНАЯ ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ РАСКРЫВАЕТ БИОГЕОГРАФИЧЕСКУЮ ИСТОРИЮ РОДОВ ХВОЙНЫХ ДЕРЕВЬЕВ……. 199

Семерикова С.А., Семериков В.Л., Исаков И.Ю.
ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХЛОРОПЛАСТНОЙ ДНК ЕВРОПЕЙСКИХ ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ПОРОД В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ АРЕАЛА……... 200
Серафимович М.В., Кириллов В.Ю., Стихарева Т.Н.
АДАПТАЦИЯ ПОЛУЧЕННЫХ *IN VITRO* РАСТЕНИЙ СИБИРКИ АЛТАЙСКОЙ К УСЛОВИЯМ ОТКРЫТОГО ГРУНТА…… 201
Сиволапов А.И.
КОЛЛЕКЦИИ ГИБРИДНЫХ ТОПОЛЕЙ СЕЛЕКЦИИ М.М. ВЕРЕСИНА В ВОРОНЕЖЕ……... 203
Скосырева И.Г., Григорьев А.И.
ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА РОСТ ХВОИ ИНТРОДУЦЕНТОВ ВИДОВ И ФОРМ РОДА ЕЛЬ (PICEA L.) В УСЛОВИЯХ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ «ОБЛАСТНОЙ ДЕНДРОЛОГИЧЕСКИЙ САД ИМЕНИ Г.И. ГЕНЗЕ»……... 205
Скробала В.М.
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ УКРАИНСКОГО РАСТОЧЬЯ……. 208
Сова А.Р.
ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОПРЕПАРАТОВ…… 211
Советбаева Ж.А.
«ТАРБАҒАТАЙ» МЕМЛЕКЕТТІК ҰЛТТЫҚ ТАБИҒИ ПАРКІ АУМАҒЫНДАҒЫ ФАУНАҒА АНТРОПОГЕНДІК ФАКТОРДЫҢ ӘСЕРІ…… 213
Соловьева М.В., Залесов С.В., Оплетаев А.С.
УЧАСТИЕ ИНТРОДУЦЕНТОВ В ФОРМИРОВАНИИ НАСАЖДЕНИЙ ШАРТАШСКОГО ЛЕСОПАРКА……. 216
Стороженко В.Г.
ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ПРИНЦИПЫ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ…... 218
Тараканов В.В.
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ СИБИРИ…….. 221
Тихонова И.В., Экарт А.К., Кравченко А.Н., Тихонова Н.А.
ИЗМЕНЧИВОСТЬ АЛЛОЗИМОВ У ПОДРОСТА ХВОЙНЫХ ВИДОВ НА ВЫРУБКАХ В ЮЖНОЙ ТАЙГЕ СРЕДНЕЙ СИБИРИ……... 224
Третьякова И.Н., Пак М.Э., Шуклина А.С., Пахомова А.П., Кулагин Д.В., Константинов А.В., Падутов В.Е.
РАЗРАБОТКА БИОТЕХНОЛОГИИ СОМАТИЧЕСКОГО ЭМБРИОГЕНЕЗА И ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ ДЛЯ ПЛАНТАЦИОННОГО ЛЕСОВЫРАЩИВАНИЯ ЛЕСНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ (PINACEAE) В УСЛОВИЯХ КУЛЬТУРЫ *IN VITRO* НА ОСНОВЕ КЛЕТОЧНОЙ СЕЛЕКЦИИ…….. 227
Тупик П.В., Поплавская Л.Ф., Ребко С.В.
СНИЖЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ…….. 229
Утебекова А.Д., Майсупова Б.Д., Ахметов Р.С., Досманбетов Д.А., Дукенов Ж.С., Бектурганов А.Н., Нугманов Д.К.
ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ДЕНДРОХРОНОЛОГИЯ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ…. 232
Утешкалиев М.Д., Ахметов Р.С.
СОСТОЯНИЕ ПОЙМЕННЫХ ДУБРАВ В ДОЛИНЕ РЕКИ УРАЛ В КАЗАХСТАНЕ……... 235
Хантемирова Е.В.
РАЗЛИЧИЯ В НАПРАВЛЕНИЯХ ПОСЛЕЛЕДНИКОВЫХ МИГРАЦИЙ У НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ХОЛОДОСТОЙКИХ КУСТАРНИКОВ……. 238

Царев А.П.
РЕТРОДУКЦИЯ, ИЛИ ГИПОТЕЗА ОБОГАЩЕНИЯ ГЕНОФОНДА РАСТЕНИЙ….. 240
Чеботько Н.К.
ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ПОТОМСТВА СОСНЫ В АРХИВАХ КЛОНОВ, ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУРАХ…… 243
Чеботько Н.К., Крекова Я.А., Чеботько П.В.
ПОДБОР РОДИТЕЛЬСКИХ ПАР ПРИ ГИБРИДИЗАЦИИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА СЕВЕРЕ КАЗАХСТАНА…… 246
Чеботько Н.К., Чеботько П.В.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОРТОВ-КЛОНОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПЛАНТАЦИОННЫХ КУЛЬТУР…….. 249
Чернодубов А.И., Крюкова С.А., Ширнин В.К.
СОСТОЯНИЕ 23-ЛЕТНИХ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ…… 252
Чернодубов А.И., Сиволапов А.И., Сиволапов В.А.
КАЗАХСТАНСКИЕ ПОПУЛЯЦИИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ ПОД ВОРОНЕЖЕМ……... 254
Чорнобров О.Ю.
ОСОБЕННОСТИ СТАБИЛИЗАЦИИ РОСТА ТКАНЕЙ РАСТЕНИЙ *QUERCUS ROBUR* L. *IN VITRO*…….. 257
Ширнин В.К., Крюкова С.А.
СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО……. 259
Шитова Е.Э., Чорнобров О.Ю.
РЕГЕНЕРАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ТКАНЕЙ РАСТЕНИЙ *METASEQUOIA GLYPTOSTROBOIDES* HU & CHENG В УСЛОВИЯХ *IN VITRO*..... 263
Шишкин А.М., Алтыбаев А.Н., Найденко Е.В.
К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕХАНИЗАЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ И СОДЕРЖАНИИ ЛЕСОСЕМЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В КАЗАХСТАНЕ…… 265
Шуваев Д.Н.
СКРИНИНГ ЯДЕРНЫХ МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ МАРКЕРОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ *PINUS SIBIRICA* DU TOUR……... 268
Эшанкулов Б.И., Холмуротов М.З.
ФИСТАШКА НАСТОЯЩАЯ – *PISTACIA VERA* L. И ЕЁ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ФОРМЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ФИСТАШКОВОДСТВА В УЗБЕКИСТАНЕ…….. 270

СОХРАНЕНИЕ ЛЕСНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

МАТЕРИАЛЫ 6-ой МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ-СОВЕЩАНИЯ (16-20 сентября 2019г., Щучинск, Казахстан)

Подписано в печать 16.08.2019 г.
Формат 60х84/16 Усл.п.л. 16,36
Тираж 100 экз. Заказ № 213

Отпечатано в типографии «Мир печати»
ИП Устюгова Н.Ф.
020000, г.Кокшетау, ул. Б.Ашимова, 230
Тел. 87162 32 62 26