МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МАЛИНСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

ВІСНИК
МАЛИНСЬКОГО ФАХОВОГО КОЛЕДЖУ

Випуск 2

Започатковано у 2022 році

Малин
2023

УДК 377. 36 (477. 42) (062. 552):630*

Вісник Малинського фахового коледжу: наукове видання. м. Малин, 2023, випуск 2. 198 с.

Видання публікує статті наукового, науково-публіцистичного, педагогічного, методичного змісту, які присвячені висвітленню результатів досліджень вітчизняних та закордонних наукових, науково-педагогічних, педагогічних працівників, молодих вчених, докторантів, аспірантів, магістрантів, здобувачів вищої, фахової передвищої освіти. У виданні розкриваються інноваційні аспекти та перспективні методичні підходи щодо напрямів, результатів досліджень, перспективних педагогічних методик, просвітницьких методологій, актуальних наукових результатів, науково-методичних пошуків, висвітлюється досвід впровадження перспективних інновацій в напрямах освіти та науки у виробництво.

Рекомендовано до друку педагогічною радою МФК *(протокол № 2 від 12.09.2023 р.).*

Редакційна колегія:

Головний редактор: Іванюк Ігор Дмитрович, д-р. с-г. наук, проф., Малинський фаховий коледж;

Заступник головного редактора: Фучило Ярослав Дмитрович, д-р с.-г. наук, проф., Малинський фаховий коледж;

Відповідальний секретар: Карпович Марина Сергіївна, канд. с.-г. наук, Малинський фаховий коледж.

Члени редакційної колегії:

Лігіс Вайдотас, д-р, директор Каунаського університету прикладних наук з лісового господарства та інженерії, с. Гіріоніс, Литва;

Гайда Юрій Іванович, д-р с.-г. наук, проф., Західноукраїнський національний університет, м. Тернопіль;

Гойчук Анатолій Федорович, д-р с.-г. наук, проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ;

Горновська Світлана Володимирівна, канд. с.-г. наук, доц., Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква;

Дебринюк Юрій Михайлович, д-р с.-г. наук, проф., Національний лісотехнічний університет України, м. Львів;

Кратюк Олександр Леонідович, д-р біол. наук, доц., Поліський національний університет, м. Житомир;

Левченко Валерій Борисович, канд. с.-г. наук, доц., Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирської обл.;

Пузріна Наталя Василівна, канд. с.-г. наук, доц., Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ;

Студінський Володимир Аркадійович, д-р іст. наук, канд. екон. наук, Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирської обл.;

Шлапак Володимир Петрович, д-р с.-г. наук, проф., Уманський національний університ садівництва, м. Умань;

Юхновський Василь Юрійович, д-р с.-г. наук, проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ;

Якименко Олександр Геннадійович, канд. пед. наук, Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирської обл.

Адреса редакції:

11645, с. Гамарня, Коростенський район, Житомирська область, Україна

Тел.: 0964734078; E-mail: visnyk22mfk@gmail. com

«Вісник МФК» є інтелектуальна власність Малинського фахового коледжу й охороняється Законом України «Про авторські та суміжні права». Матеріали друкуються мовою оригіналу. У разі передрукування посилання на «Вісник МФК» є обов'язковим. *За точність перекладу, цифр, географічних назв, власних імен, цитат та іншої інформації відповідальність несе автор.*

© Малинський фаховий коледж

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ І
ЛІСОВЕ ТА САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО, ЕКОЛОГІЯ

Vorobei E. V., Davydenko K. V. Xylotrophic fungi of hardwood forest in the enterprise «Zhovtneve lisove hospodarstvo»……. **5**

Гументик М. Я., Бордусь О. Ю., Фучило Я. Д., Атаманюк О. М., Зацерковна Н. С., Якименко О. Г., Гументик В. М. Перспективи вирощування павловнії в умовах Правобережного Лісостепу України……. **19**

Іванюк І. Д., Фучило Я. Д., Сбитна М. В., Іванюк Т. М. Ріст і продуктивність географічних культур сосни звичайної на півдні Київського Полісся……. **29**

Дзиба А. А., Гаврилюк М. П., Ковальчук Л. О. Територіальна організація Березнівського дендрологічного парку…….. **44**

Жежкун І. М., Торосов А. С., Калашніков А. О. Заготівля та реалізація продукції круглого лісу в Україні під час широкомасштабної Російської агресії…… **60**

Кімейчук І. В., Горновська С. В. Особливості вирощування садивного матеріалу та використання добрив у філії «Білоцерківське лісове господарство»…….. **70**

Левченко В. Б., Карпович М. С., Шемет О. І., Левандовська О. В., Бєльська О. В. Патології соснових деревостанів в контексті деревинно-кільцевих хронологій лісогосподарських філій державного підприємства «Ліси України» та природоохоронних науково-дослідних відділень поліського природного заповідника в умовах лісових едатопів Житомирського Полісся……..... **98**

Лис Н. М., Фучило Я. Д., Ткачук Н. Л. Продуктивність біомаси енергетичних плантацій тополі і верби залежно від агротехніки вирощування……. **117**

Роїк М. В., Ганженко О. М., Фучило Я. Д. Стан та перспективи виробництва полімерних матеріалів на основі відновлювальної сировини біологічного походження…… **132**

СЕКЦІЯ ІІ
ІНЖЕНЕРІЯ, ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ

Євстаф'єв В. О., Бернацька Л. А. Земельна реформа та роль приватизації в суспільно - економічних відносинах України…… **146**

Кочергін Л. Ю., Кімейчук І. В. Геоінформаційний моніторинг змін вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок Черкаської області за радарними даними…… **157**

СЕКЦІЯ ІІІ
ЕКОЛОГІЯ, СТАЛИЙ РОЗВИТОК ЕКОСИСТЕМ

Студінський В. А., Студінська Г. Я. Екоцидна політика рф в контексті сучасної російсько-української війни……. **176**

СЕКЦІЯ ІV
ЕКОНОМІКА, ФІНАНСИ, ПОДАТКОВА СИСТЕМА

Костюк Л. В., Лойко С. В. Податкова система в Україні: стан та напрямки вдосконалення…….. **185**

СЕКЦІЯ І
ЛІСОВЕ ТА САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО, ЕКОЛОГІЯ

UDK 581.2

E. V. Vorobei[1], K. V. Davydenko[2,3]

[1]State Forest protection Service "Kharkivvlisozakhist", Kharkiv, Ukraine

[2,3] Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration, Kharkiv, Ukraine

XYLOTROPHIC FUNGI OF HARDWOOD FOREST IN THE ENTERPRISE «ZHOVTNEVE LISOVE HOSPODARSTVO»

Wood-decay fungi are ecologically important organisms and the principal agents of wood decomposition. The diversity and community of wood-decay fungi are triggered by the available amount of dead wood. Abundance and diversity of wood-inhabiting fungi were studied in managed (selective sanitation cutting and clear-cuts) and unmanaged stands in 76-107-year-old oak forest in the eastern Ukraine. Fungi were detected on stem living, standing dead and fallen trees and stumps, coarse woody debris (logs, fallen branches etc) in 2021-2022. Fungi were identified after culturing on synthetic media or as fruit bodies. Living and dead wood of oak were colonized by fungi represented by Ascomycota (15 species) and Basidiomycota (26 species). Our study detected at all experimental plots together 41 species of (934 findings of xylotrophic fungi), 11 orders (4 from Basidiomycota division (class Agaricomycetes) and 7 from Ascomycota (class Sordariomycetes and Dothideomycetes).

Twenty fungal species (48%) occurred in both type of stands, while 16 (37%) species occurred exclusively in unmanaged stands and 2 (5%) in managed stands. Abundance of fungi was non-significantly greater in managed (489) than in unmanaged stands (475). Diversity of fungi was significantly less in managed (29) than in unmanaged stands (45). Abundance of fungi per samples, trees, logs and branches were significantly less in managed than in unmanaged stands. The study shows that the forest management applied (sanitation cutting which are associated with less coarse woody debris) resulted in a small decrease in diversity of fungi in the deadwood and did not lead to elimination of aggressive wood-decay fungi (Laetiporus sulphureus and Fistulina hepatica).

***Key words**: wood-decay fungi, oak stands, wood decomposition, forest ecosystem.*

Introduction. Forest ecosystem is consisting of different biodiversity elements with their tight ecological links and wood-inhabiting (xylotrophic) fungi are essential elements to study. Wood-inhabiting fungi have been well studied in temperate and boreal ecosystems [8, 14] and in warm mixed and tropical forests [17]. Ukrainian forest

[1]**Kateryna Davydenko,** PhD, Researcher at the Department of Forest protection at G. M. Vysotskiy Ukrainian Research Institute of Forestry & Forest Melioration; Researcher at Department of Forest Mycology and Plant Pathology at Swedish University of Agricultural Sciences, E-mail: Kateryna.davydenko74@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-6077-8533, ResearcherID: U-8639-2017, Scopus ID 55955012800;

[2]**Eugene Vorobei**, PhD student, Chief Specialist of the State Forest protection Service "Kharkivvlisozakhist", E-mail: dgordg.vorobey.212@gmail.com, https://orcid.org/0009-0001-1961-1245.

ecosystems are being located in temperate zone and Mid-Latitude Xeric belt and most studies included findings and description of different wood-decay species which play a significant role in wood decomposition [4-6, 11, 25-27], yet no studies have provided an estimate of the diversity of wood-decay fungi in managed and unmanaged oak forests at national or regional levels in Ukraine [26]. According to previous studies [2, 14], standing and lying deadwood accounts for 10-20% of the biomass in mature forests, therefore, we expect that variable forest management can provide different amounts of deadwood, establishing different microclimates with various habitat conditions, this, in its turn, affect the abundance and diversity of fungi [8, 14, 24] in Ukrainian forest. Moreover, it is possible that the intensity of management and the silvicultural practices adopted may affect the amount and quality of deadwood in forest ecosystems, as in managed forests, the amount of deadwood is reduced by extraction of timber and wood biomass.

Therefore, our tasks focus on analysis the effects of forest management on biodiversity, comparing each region unmanaged forests with different types of the managed forest using experimental plots [22]. Within our task in this study our first steps concentrated mainly on wood-decay fungi in unmanaged forests and managed forests.

So, we hypothesized that wood-inhabiting fungi respond to forest management practices differently in variable habitats and probably oak-associated species are more flexible and adaptable to new conditions using other hardwood trees in mix forests [23], therefore, the hypothesis is tested that forest management in oak forest leads to decreased abundance and diversity of wood-decay fungi, because of less available deadwood.

So, the objective is to study the fungal diversity associated with different types of forest management that is crucial for maintaining forest diversity in Ukraine. The subject is the mix oak forest stand in Left-bank Ukraine.

Both objective and subject aims to generate knowledge on the species composition of wood-inhabiting fungi in different types of forest management to determine the effects of management practices in mature oak forest on the occurrence (abundance and diversity) of wood-inhabiting fungi and to detect the common and rare fungal species present in/on deadwood in eastern Ukraine.

Materials and methods. Our study was carried out in the north-eastern part of Ukraine (Kharkiv region, forest enterprise “Zhovtneve lisove hospodarstvo”. The monitoring plots (MP) were established in 76-107-year-old oak stands of vegetative origin with a relative density of stocking of 0.6-0.7 and 50-80% of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in the composition (Table 1).

The climate of the study region is temperate continental, the growing season is on average 190 ± 5 days and annual precipitation averages 492 mm, of which 280 mm

falls in the growing season.

Table 1

Characteristics of the studied oak stands and their coordinates

Monitoring plot	Stand characteristics					Location of plot	
	Composition*, %	Age, year	Forest management under last decade**	Relative density of stocking	Stock, $m^3 \cdot ha^{-1}$	Compartment	Subcompartment
MP1	Oak 80%–20% Linden, Aspen	76	Managed (CC)	0.60	180	9	3
MP2	Oak 80%–20% Linden, Ash–Maple	106	Managed (SC)	0.70	270	16	2
MP3	Oak 80%–20% Linden, Maple	101	Managed (CC)	0.60	210	36	1
MP4	Oak 50%–40% Linden 10% Maple	96	Managed (SC)	0.60	210	40	2
MP5	Oak 90%–10% Ash–Maple	107	Unmanaged	0.50	170	2	9
MP6	Oak 60%–20% Ash 20% Maple	107	Unmanaged	0.70	400	7	15
MP7	Oak 60%–20% Linden 20% Ash	107	Unmanaged	0.60	369	16	3
MP7	Oak 90% 10 % Ash	102	Unmanaged	0.60	254	17	23

* - Oak = Pendulate oak (*Quercus robur* L.); Ash = common ash (*Fraxinus excelsior* L.); Maple = Norway maple (*Acer platanoides* L.); Linden = small-leaved linden (*Tília cordata* Mill.); Aspen = common aspen (*Populus tremula* L.).

** - SC – selective cutting, CC – clearcutting.

Both managed and unmanaged study areas share similarities in terms of bedrock. The soils in these areas are near-neutral, and the forest type (grey forest soil), composition, and density are also comparable. It is worth noting that no logging or harvesting activities have occurred in either of the MP4-8 while on stands MP1-4 sanitary cutting have applied for the past two decade.

The stands are composed of a dominating *Quercus robur* L. in the canopy layer, followed by *Franixus excelsior* L. and *Tília cordata* Mill., covering from 10 to 50%. Secondly, shrubs such as *Acer campestre* L., *Acer platanoides* L, *Corylus avellana* L., *Ulmus laevis, U. minor* and so on, covered from 3 to 74% of the study area, while herbaceous plants such as *Achillea millefolium* L., *Anemone ranunculoides* (L.) Holub, *Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm., *Convolvulus arvensis* (L), *Galium aparine* L., *Galium* spp., *Polygonatum multiflorum* L., *Psephellus sumensis* (Kalen.) Greuter, covered from 1 to the 60%. The soils are mostly blanketed by dead biomass from the adjacent trees, i.e., litter, branches and logs, covering from 70 to 95% of the forest surface.

Forest health condition was evaluated visually at the end of August 2021-2022 on a range of visual characteristics (crown density and colour, the presence and

proportion of dead branches in the crown, fruit bodies of wood-decay fungi etc.) according to "Sanitary rules in the forests of Ukraine" (Sanitary rules in the forests of Ukraine 2016). Six trees for each monitoring plots were selected for careful examination. Each tree was ranked according to one out of six categories (1st – healthy; 2nd – weakened; 3rd – severely weakened; 4th – drying; 5th – recently died; 6th – died over year ago).

Health condition index (HCI) was calculated as weighted mean value from trees number of each category of forest health condition. Healthy stand has HCI 1.00-1.50. HCI was 1.51-2.50 for weakened stand, 2.51-3.50 for severely weakened stand, 3.51-4.50 for drying stand, and 4.51-6.00 for dead stand.

Sampling Design: six oak trees were randomly selected and marked at each monitoring plots for careful observation. Three 200 m^2 permanent plots (20×10 m2) were randomly placed in each monitoring plots near monitoring trees (18 in total). Each plot was surveyed every May, October, November and December during 2021-2022 to collect all wood-decay fungi from all monitoring and all woody debris. To analyse fungal community, all fruiting bodies were collected on all substrates (living, dying and dead trees, fallen trees, stumps, branches etc), with the aim of finding as many species as possible for all habitats. Fungal fruiting bodies were carried to the laboratory, where they were stored at 4-8°C, and processed within 24 h after collection for identification. The fungi were classified into the following functional groups: saprotrophic, biotrophic, mycorrhizal and pathogenic fungi for further statistical analysis. The samples that could only be identified to the genus level were grouped into a genus taxon.

Most of the species were identified in the Laboratory of Department of Forest Mycology and Plant Pathology, Swedish University of Agricultural Sciences (Uppsala, Sweden) and were studied by the usual macro- and micromorphological techniques using analytical keys [3, 12, 20]. During the fieldwork, detailed information regarding the diameter and decay stage of the associated woody debris pieces was recorded for each fungal specimen.

Both frequency of occurrence and abundance of the different fungal species on each site were used to test for differences in the fungal community in the managed and unmanaged areas. Frequency was estimated from the presence/absence data matrix of each fungal species. Relative abundance was calculated for each area as the number of samples colonized by a taxon divided by the total number of samples collected in that site.

Fungal identification. The fruit bodies were identified at species level whenever possible according to the mycological keys.

For molecular identification DNA was extracted from the unidentified fruit bodies/fungal cultures of the isolates representing morphological groups. Internal

transcribed spacer (ITS) regions 1 and 2, including the ribosomal 5.8S gene, were amplified using the primers pairs ITS1-F and ITS4. The reaction mixture contained, in a total volume of 15 μl, 200 μM deoxyribonucleotide triphosphates, 0.2 μM of each primer, 0.03 U/μl Thermo Green Taq polymerase with reaction buffer Green, and 2.75 mM final concentration of MgCl2. The thermal cycling was carried out using an Applied Biosystems GeneAmp PCR System 2700 thermal cycler (Foster City, CA, USA). An initial denaturation step at 95°C for 5 min was followed by 35 amplification cycles of denaturation at 95°C for 30 s, annealing at 55°C for 30 s, and extension at 72°C for 30 s. The thermal cycling was ended by a final extension step at 72°C for 7 min. PCR products were size separated on 1% agarose gels and visualized under UV light. The PCR products were purified with Qiagen DNA extraction PCR M kit (Qiagen, Hilden, Germany). Sequencing was carried out by Macrogen Inc., Korea. Raw sequence data were analysed using the SeqMan Pro version 10.0 software from DNASTAR package (DNASTAR, Madison, WI, USA). Databases at GenBank and at the Department of Forest Mycology and Plant Pathology, Swedish University of Agricultural Sciences, were used to determine the identity of ITS rRNA sequences. The criteria used for identification were sequence coverage > 80%; similarity to taxon level 98-100%, similarity to genus level 92-97%.

Statistical analyses. All data were tested for adherence to the normal distribution using the Kolmogorov–Smirnov test and for homogeneity of variances using Bartlett's Test. Data on oak tree affected by wood decay fungi were subjected to analysis of variance (ANOVA) using a general linear model (GLM) where significant treatment effects occurred ($p<0.05$), means were separated using HSD Tukey post hoc test after ANOVA. For all plots, Chi-square tests were used to determine differences in tree mortality or tree health. Means were compared by the HSD Tukey post hoc test with a significance level of 0.05. Intervals of confidence were determined to distinguish treatments representing different monitoring plots.

Detrended correspondence analysis (DCA), a multivariate statistical technique to find the main gradients in large, species-rich but usually sparse data and Bray–Curtis dissimilarity were employed to compare fungal species compositions in different study sites. Shannon’s H0 diversity index was used for the analysis.

Statistical data analysis was performed using the statistical software package PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis.

Analysis of Literary Sources. Wood-decay fungi are ecologically, and functionally important organisms are the principal agents of wood decomposition, degrading differently the dead wood resource and regulating the carbon cycle. The diversity and community composition of these fungi are primarily influenced by the size of the woody debris [Ponce 2023, Kuffer 2008].

Despite the high importance of wood-decay fungi in forest ecosystems, their communities within Ukrainian hardwood forest have received limited attention in previous studies [4, 26]. Moreover, Left-Bank Ukraine are recognized as crucial biodiversity spots which contains a wide range of flora and fauna, including fungal species related to the vegetation and tree species on which they grow [27]. Undoubtedly, the decay stage also influences the abundance and composition of wood-decay fungi [19], however, the number of fungi involved in wood decomposition process is still unknown. Nevertheless, the proportion of wood decay fungi or fungal species depending on wood is approximately 20-40% of the estimated 1.5 million fungal species worldwide [8, 10, 14].

Intensive forest management in Europe, exhaustive harvesting and utilization of dying or uprooted trees has lowered the large amount of dead wood and wood debris resulted in a reduction in the abundance and diversity of wood-decay fungi, including endangered species [10, 14]. In Ukraine there is a considerable utilization of dying and dead trees, resulting in a reduction dead wood in forest compare with most other EU countries. Moreover, studies on the abundance, diversity and productivity of wood-decay fungi in managed and unmanaged forests remain limited, as most of the previous research has primarily focused on richness and species composition [6-8]. That's why the aim of our research is to study the effects of forest management on the wood-inhabiting fungal communities.

Results. *Wood-decay fungi community composition*. Living and dead wood of oak were colonized by fungi represented by Ascomycota (15 species) and Basidiomycota (26 species) (Table 2). Our study detected at all experimental plots together 41 species of (934 findings of xylotrophic fungi), 32 genera, 18 families, 11 orders (4 from Basidiomycota division (class Agaricomycetes) and 7 from Ascomycota (class Sordariomycetes and Dothideomycetes). A comprehensive list of all the identified species and taxa can be found in Table 2.

To understand species richness, which the count of the number of species present in an area, we used different indices of alpha diversity. Most of the time, the abundance of distribution is noticeable when have been utilizing more than one index of diversity (Table 3).

So, we can understand of how diverse a single sample (managed forest and unmanaged forest) is, usually taking into account the number of different species presented in each site.

The metrics in Table 3 consider the number of different species observed, and some consider the abundances at which those species are found in the sample. We can see that the evenness of the abundances of the of xylotrophic fungi in unmanaged forest has led to an increased diversity compared to managed forest, even though they have the same number of species.

Table 2

List of the species found in forest enterprise "Zhovtneve lisove hospodarstvo" with information belonging to the size (MP1-MP8) of the wood and the forest management practices (managed and unmanaged forests)

Species	Managed forest				Unmanaged forest			
	MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	MP7	MP8
Ascomycota								
Alternaria alternata (Fr.) Keissl.	3.06	0.00		0.72	1.40	2.50	0.85	
Biscogniauxia nummularia (Bull.) Kuntze		0.99			0.70			0.96
Botrytis cinerea Pers.	7.14	0.00			1.40	3.33	1.69	1.92
Ceratocystis piceae (Münch) B.K. Bakshi		0.00		2.16	1.40	0.00		2.88
Clonostachys rosea (Link) Schroers. Samuels. Seifert & W. Gams		1.98	3.55		1.40	1.67		2.88
Cytospora sp.	5.10	0.00	2.13		0.70	2.50	1.69	3.85
Epicoccum nigrum Link	7.14	4.95		1.44	0.70		2.54	
Metapochonia bulbilosa (W. Gams & Malla) Kepler. Rehner & Humber	6.12	11.88	10.64	9.35	3.50	10.00	6.78	
Nectria cinnabarina (Tode) Fr.1 (KX586144)	3.06	0.00		0.72		4.17		5.77
Ophiostoma canum (Münch) Syd. & P. Syd.1 (KX586141)		0.99	1.42	3.60	3.50		5.08	5.77
Phoma glomerata (Corda) Wollenw. & Hochapfel	2.04	0.99			0.70	0.83	2.54	3.85
Sporothrix inflata de Hoog1 (KX586142)		1.98			0.70	1.67	0.85	
Sporothrix schenckii Hektoen & C.F. Perkins	8.16	0.99	10.64	13.67	2.80	1.67		1.92
Sydowia polyspora (Bref. & Tavel) E. Müll.	6.12	1.98	1.42	0.00	6.29	9.17	2.54	1.92
Trichoderma viride Pers.	12.24	17.82	39.72	29.50	2.80	17.50	10.17	0.96
Truncatella angustata (Pers.) S. Hughes	2.04	1.98			2.80	4.17	4.24	
Basidiomycota								
Antrodia albida (Fr.) Donk		0.99	0.71		1.40	1.67	0.85	
Auricularia auricula-judae (Bull.) Quél.					1.40			1.92
Bjerkandera adusta (Willd.) P. Karst.	1.02			0.72	0.70			0.96
Exidia glandulosa (Bull.) Fr.	0.00				2.80		0.85	1.92

Continuation of table 2

Ganoderma lucidum (Curtis) P. Karst	1.02	8.91	10.64	3.60	4.20	5.00	6.78	0.96
Hapalopilus rutilans (Pers.) Murrill	2.04	0.99	2.13		7.69	6.67	10.17	2.88
Fuscoporia ferruginosa (Schrad.) Murrill					1.40			1.92
Hymenochaete rubiginosa (Dicks.) Lév.				0.72	3.50	0.83	2.54	3.85
Hyphoderma occidentale (D.P. Rogers) Boidin & Gilles				1.44	2.80	0.83	3.39	3.85
Hyphoderma setigerum (Fr.) Donk	2.04	4.95	0.71		0.70	1.67	0.85	1.92
Hyphoderma sp.					0.70		0.85	0.96
Hyphodontia quercina (Pers.) J. Erikss.			1.42		0.70	2.50	1.69	
Irpex lacteus (Fr.) Fr.	4.08	0.99		0.72	4.20	1.67	1.69	2.88
Fistulina hepatica (Schaeff.)	5.10	11.88	2.84	13.67	11.19	7.50	3.39	7.69
Fomitiporia robusta (P. Karst.) Fiasson & Niemelä					0.70	0.83	0.85	0.96
Fomes fomentarius (L. ex Fr.) Gill	2.04	5.94		0.72	1.40		3.39	
Laetiporus sulphureus (Bull.) Murrill	11.22	11.88	8.51	10.07	5.59	1.67	5.08	2.88
Polyporus picipes Fr					4.20		5.93	
Pseudoinonotus dryadeus (Pers.) T. Wagner & M. Fisch	2.04	5.94	1.42	4.32	5.59	3.33	0.85	8.65
Schizophyllum commune Fr.					2.10	4.17	1.69	2.88
Stereum gausapatum (Fr.) Fr	3.06			1.44	4.20		2.54	3.85
Stereum hirsutum (Willd.) Pers.		0.99	2.13		1.40		2.54	4.81
Trametes ochracea (Pers.) Gilb. & Ryvarden	4.08				0.70		2.54	1.92
Trametes versicolor (L.) Lloyd, Mycol. Writ. (Cincinnati),				1.44		1.67		4.81
Trichaptum biforme (Fr.) Ryvarden						0.83	2.54	4.81
Number of findings	***98***	***101***	***141***	***139***	***143***	***120***	***118***	***104***
Number of species	***22***	***21***	***16***	***19***	***38***	***29***	***32***	***32***
Number of species per sample	***1.78***	***2.24***	***3.44***	***3.48***	***2.60***	***2.03***	***1.90***	***1.89***
Number of species in trees	***2.68***	***3.49***	***1.83***	***1.32***	***2.52***	***3.22***	***5.56***	***1.93***
Number of species in logs	***3.23***	***1.65***	***2.12***	***1.15***	***3.23***	***2.15***	***4.42***	***2.23***
Number of species in branches	***0.52***	***0.45***	***0.23***	***0.36***	***2.23***	***2.36***	***1.96***	***1.18***
Number of species in stumps	***0.13***	***0.23***	***0.59***	***0.47***	***3.55***	***2.47***	***2.15***	***1.85***

Moreover, Dominance and Shannon index indicated that forest community of unmanaged forest is dominated by one species, making it less diverse.

Table 3

Alpha diversity indices for average data for sites with different forest management practices (managed and unmanaged forests)

Alpha diversity indices	Managed forest (MP1-4)	Unmanaged forest (MP5-8)
Dominance, D.	0.2076	0.257
Simpson index	0.7934	0.743
Shannon index	2.38	2.33
Menhinick index	1.919	2.619
Fisher alpha	8.807	17.79
Chao-1	29	45

We tried to examine alpha diversity to determine if there are major differences between two populations or groups in their data set, or if there have been major changes within a group over time. We plotted the species richness ("Chao1"), Shannon, and Simpson diversities for these managed and unmanaged forest stands (Fig.1).

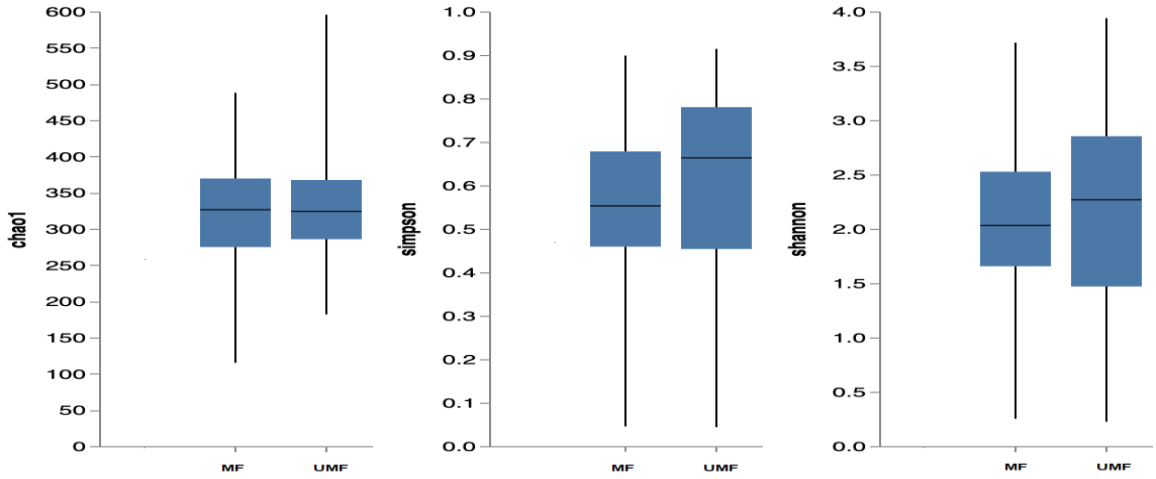


Figure 1. The Chao, Simpson and Shannon Indexes for average data for sites with different forest management practices (managed and unmanaged forests)

The Chao1 Index indicates that these groups have very similar numbers of observed species. However, both Simpson and Shannon indices hint that the xylotrophic fungi from managed forest may have a less even spread of abundances than the unmanaged forest. Menhinick index, Shannon's diversity index and Simpson's diversity index indicate a trend for decreased diversity with more forest management practices (Table 3). Dominance index shows slightly least dominance of individual species in the unmanaged forest. When analysing the woody substrate preferences for the groups studied, we did not detect any specific preference for the different decay

stages and stage of the wood (standing trees, fallen trees, branches, logs, stumps) excluding few species which have a limited habitat (data not shown). Although, Ascomycota and Heterobasidiomycota were found mostly in soft decayed wood of standing or fallen trees while corticoids appeared to be more flexible, being associated with a wider range of woody decay stages and sizes. Polyporoids, on the other hand, exhibited a more generalist behaviour, being capable of growing across various decay stages of the trees and branches.

Effects of forest management on biodiversity of xylotrophic fungi. Sixteen fungal species (37%) occurred in both type of stands, while 20 (48%) species occurred exclusively in unmanaged stands and 2 (5%) in managed stands. Abundance of fungi was non-significantly greater in managed (489) than in unmanaged stands (475). Diversity of fungi was significantly less in managed (29) than in unmanaged stands (45). Abundance of fungi per samples, trees, logs and branches were significantly less in managed than in unmanaged stands (Table 2).

The unmanaged stand, in comparison with the managed stand, had in 1,67 times more oak trees and 1,09 times % greater tree density, 11 times greater dead wood volume, 1,47 times more wood volume in standing dead trees and 1,69 times less decayed stumps (data not shown). Of course, fungal diversity depends on amount of dead wood, that in its turn depends on forest characteristics and dynamics but is also highly influenced by management practices [14, 27].

The most common species affecting the forest health of the oak plantations were *Fomitiporia robusta*, *Laetiporus sulphureus* and *Fistulina hepatica*. which were the most common in managed than in unmanaged stands (Table 2). *Auricularia auricula-judae, Hymenochaete rubiginosa, Fuscoporia ferruginosa, Hyphoderma sp., Polyporus picipes, Trichaptum biforme* and *Schizophyllum commune* were occurred only in the unmanaged stand (Table 2).

Diversity of fungi (measured as average number of species per sample) from trees, logs, fallen branches and stumps was significantly higher in unmanaged stands. Abundance of decayed fungi was significantly greater in the unmanaged stand. Diversity was the greatest in the logs and fallen trees, hosted the largest number of cultured species in the managed stand and in the unmanaged stand (Table 2). Communities detected within a stand tended to be more similar to each other ($F_{9,49} = 3.29$, $R2 = 0.38$, $P = 0.001$) than communities from different, managed and unmanaged, stands ($F_{1,51} = 1.54$, $R2 = 0.03$, $P < 0.001$). There was little evidence of spatial correlation between fungal diversity and sampling method (Mantel $r = 0.13$, $P = 0.003–0.005$) and positive correlation between fungal diversity and type of stand (Mantel $r = 0.96$, $P = 0.007$). Sorensen's qualitative similarity index (CN) showed large difference in diversity of fungi in managed or unmanaged stands (range 0.69-0.71).

Discussion. Wood-decay fungi contribute to nutrient cycling, providing the availability of resources for several groups of organisms, facilitating regeneration of a forest (regeneration has often started after decay of fallen logs, branches and stumps in situ). Therefore, measures aimed at conserving wood-decay fungi can thus be justified on the basis of their contribution to productivity of the forest and to biodiversity [14, 19].

Considering that habitat quality, deadwood availability and variety, we demonstrated that they did not differ greatly in our study sites as a result of the natural development occurring during the last decades, and only forest management affected alpha biodiversity of wood decay fungi, that is confirming by published data [1, 8, 14, 19]. According to our preliminary data, most of the variation in fungal community structure remains unexplained and that is common in ecological studies because of many interacting factors can be overlooked or unmeasured [1, 19], including soil humidity and temperatures, populations of saproxylic insects, the long-term monitoring of microbial communities [14].

We used a combined approach to study forest biodiversity by investigating wood-inhabiting fungal communities in relation to different forest management practice. To take into account the structural heterogeneity of the study areas, we avoided to use stratification in our sampling design. The only controlled factor was related to the volume and type of deadwood, but we did not find strong correlation between type of deadwood and abundance of wood decay fungi. Our hypothesis that forest management practices played a major role in shaping the fungal community composition were supported by results. Our results showed a similarity of the fungal community structure within the study areas in managed forest as well as in unmanaged forest with different amount of deadwood, because no clear clusters emerged, only unmanaged and manged sites (Fig. 2).

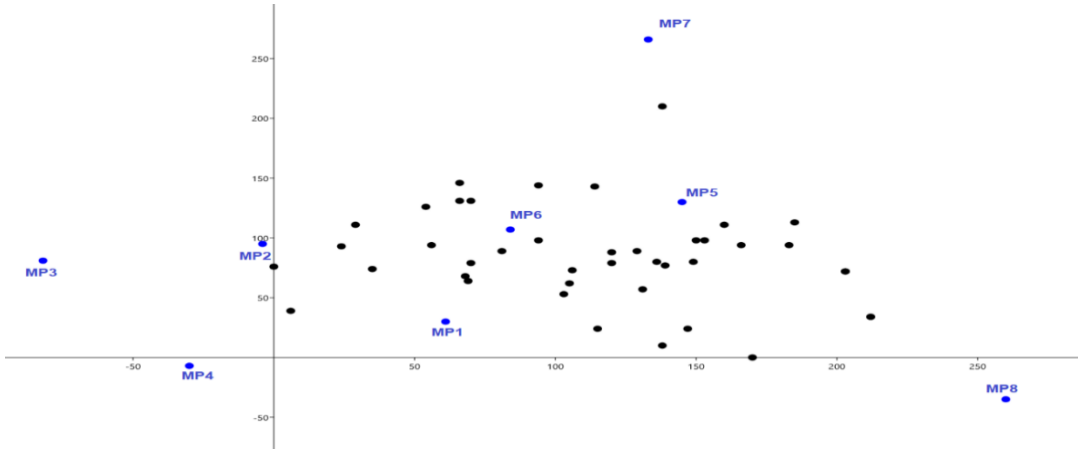


Figure 2. The relationship between fungal community structure and monitoring sited investigated via detrended correspondence analysis (DCA) (MP1-4 – managed forest, MP5-8 unmanaged forest; fungal species from Table 1 were not pointed out and indicated as black dots)

Forest management practices affect the mycobiota and could cause decreases in abundance and diversity of wood-inhabiting fungi [23] or may have no effect [8, 14, 21]. Our observations on diversity of fungi agree with results of numerous studies [8, 14, 19, 22-24] recorded reduction of species in managed forests than in unmanaged ones, and less fungal diversity in thinned broadleaved forests than in non-thinned ones. Decrease in diversity of wood-decay fungi in the managed stand seems to have resulted from reduction in available deadwood volume and woody debris that is common and has been reported previously [8, 14, 18, 24].

Our study presents mycological effects of forest management on abundance and diversity of fungi in oak mixed forest. Samples were taken from two stands lying in close proximity (managed and unmanaged) each of them consists of four monitoring sites.

Conclusion. The diversity and community of wood-decay fungi are triggered by the available amount of dead wood. According to our data, most of the variation in fungal community structure depends on many interacting factors as soil humidity and temperatures, populations of saproxylic insects, the long-term monitoring of microbial communities. Our study resulted in community of wood-decay fungi associated with dead wood. The study detected at all experimental plots together 41 species of (934 findings of xylotrophic fungi), 11 orders (4 from Basidiomycota division (class Agaricomycetes) and 7 from Ascomycota (class Sordariomycetes and Dothideomycetes).

Twenty fungal species (48%) occurred in both type of stands, while 16 (37%) species occurred exclusively in unmanaged stands and 2 (5%) in managed stands. Abundance of fungi per samples and per sites were non-significantly in both managed and unmanaged stand. However, diversity of fungi was significantly less in managed than in unmanaged stands. The study shows that the forest management applied (sanitation cutting which are associated with less coarse woody debris) resulted in a small decrease in diversity of fungi in the deadwood and did not lead to elimination of aggressive wood-decay fungi (*Laetiporus sulphureus* and *Fistulina hepatica*).

References

1. Abrego, N., Christensen, M., Bässler, C., Ainsworth, A. M., & Heilmann-Clausen, J. (2017). Understanding the distribution of wood-inhabiting fungi in European beech reserves from species-specific habitat models. Fungal Ecology, 27, 168-174. https://doi.org/10.1016/j.funeco. 2016.07.006.

2. Baldrian P. & Lindahl B. (2011). Decomposition in forest ecosystems: after decades of research still novel findings. Fungal Ecology, 6(4). Pp. 359-361.

3. Bernicchia, A. (2005). Polyporaceae s.l. Fungi Europe. Alassio, Italy: Edizioni Candusso.

4. Bilous, A., Matsala, M., Radchenko, V., Matiashuk, R., Boyko, S., & Bilous, S. (2019). Coarse woody debris in mature oak stands of Ukraine: carbon stock and decomposition features. Forestry Ideas, 25(1), 196-219.

5. Blinkova, O., & Ivanenko, O. (2016). Communities of tree vegetation and wood-destroying fungi in parks of the Kyiv city, Ukraine. Quercus, 176, 1.

6. Blinkova, O., Shupova, T., & Raichul, L. (2023). α-Diversity of plant communities, forest birds and wood-decaying fungi in urban parks of a metropolis. Baltic Forestry, 29(1), id690-id690. DOI: https://doi.org/10.46490/BF690.

7. Boiko, S. M. (2016). Population structure of the wood-decay fungus (J. Dicks.) Ryvarden in the Carpathian National Nature Park (Ukraine). Biodiversity Research and Conservation, 43 (1), 1-6. DOI: https://doi.org/10.1515/biorc-2016-0017.

8. Brazee, N. J., Lindner, D. L., D'Amato, A. W., Fraver, S., Forrester, J. A., & Mladenoff, D. J. (2014). Disturbance and diversity of wood-inhabiting fungi: effects of canopy gaps and downed woody debris. Biodiversity and conservation, 23, 2155-2172. https://doi.org/10.1007/s10531-014-0710-x.

9. Brown S (2002) Measuring carbon in forests: current status and future challenges. Environmental Pollution, 116:363–372 https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00212-3.

10. Halme, P., Ódor, P., Christensen, M., Piltaver, A., Veerkamp, M., Walleyn, R., ... & Heilmann-Clausen, J. (2013). The effects of habitat degradation on metacommunity structure of wood-inhabiting fungi in European beech forests. Biological Conservation, 168, 24-30. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.08.034

11. Ivanenko, O. (2013). Aphyllophoroid fungi (Basidiomycota) of biotopes on Kyivske Plato, Ukraine. Natura Montenegrina, 12(3-4), 625-638.

12. Kotiranta, H. (2001). The Corticiaceae of Finland; Helsinki, Finland: Publications in Botany from the University of Helsinki.

13. Küffer, N., Gillet, F., Senn-Irlet, B., Job, D., & Aragno, M. (2008). Ecological determinants of fungal diversity on dead wood in European forests. Fungal Diversity, 30, 83-95. https://hal.science/hal-00357745.

14. Kwaśna, H., Mazur, A., Kuźmiński, R., Jaszczak, R., Turski, M., Behnke-Borowczyk, J., ... & Łakomy, P. (2017). Abundance and diversity of wood-decay fungi in managed and unmanaged stands in a Scots pine forest in western Poland. Forest Ecology and Management, 400, 438-446. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.04.023.

15. Lepinay, C., Tláskal, V., Vrška, T., Brabcová, V., & Baldrian, P. (2022). Successional development of wood-inhabiting fungi associated with dominant tree species in a natural temperate floodplain forest. Fungal Ecology, 59, 101116. https://doi.org/10.1016/j.funeco.2021.101116.

16. Nordén, B., Ryberg, M., Götmark, F., & Olausson, B. (2004). Relative importance of coarse and fine woody debris for the diversity of wood-inhabiting fungi in temperate broadleaf forests. Biological conservation, 117(1), 1-10. https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00235-0.

17. Ortega, A., & Navarro, F. B. (2004). A myco-ecological analysis (lignicolous Aphyllophorales sensu lato, Basidiomycota) of the Abies pinsapo, Quercus and Pinus forests of Andalusia (southern Spain). Nova Hedwigia, 78(3), 485-500. DOI: 10.1127/0029-5035/2004/0078-0485.

18. Pioli, S., Antonucci, S., Giovannelli, A., Traversi, M. L., Borruso, L., Bani, A., ... & Tognetti, R. (2018). Community fingerprinting reveals increasing wood-inhabiting fungal diversity

in unmanaged Mediterranean forests. Forest Ecology and Management, 408, 202-210. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.10.052.

19. Ponce Á, Salerni E, D'Aguanno MN, Perini C. Wood-Decay Fungi Fructifying in Mediterranean Deciduous Oak Forests: A Community Composition, Richness and Productivity Study. Forests. 2023; 14(7):1326. https://doi.org/10.3390/f14071326.

20. Ryvarden, L., & Gilbertson, R. L. (1993). European polypores: Part 1: Oslo: Abortiporus-Lindtneria Fungiflora.

21. Schmidt, O. (2007). Indoor wood-decay basidiomycetes: damage, causal fungi, physiology, identification and characterization, prevention and control. Mycological Progress, 6(4), 261-279. https://doi.org/10.1007/s11557-007-0534-0.

22. Schulze, E. D. (2018). Effects of forest management on biodiversity in temperate deciduous forests: An overview based on Central European beech forests. Journal for Nature Conservation, 43, 213-226.https://doi.org/10.1016/j.jnc.2017.08.001.

23. Stokland, J. N., & Larsson, K. H. (2011). Legacies from natural forest dynamics: different effects of forest management on wood-inhabiting fungi in pine and spruce forests. Forest Ecology and Management, 261(11), 1707-1721. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.01.003.

24. Stokland, J. N., & Meyke, E. (2008). The saproxylic database: an emerging overview of the biological diversity in dead wood. Revue d'Ecologie, Terre et Vie, 37-48. https://hal.science/hal-03530358/.

25. Tsykun, T., Rigling, D., Nikolaychuk, V., & Prospero, S. (2012). Diversity and ecology of Armillaria species in virgin forests in the Ukrainian Carpathians. Mycological progress, 11, 403-414.

26. Vorobei E & Davydenko K. (2022). The distribution of wood decay fungi in deciduous forests of Sumy region. Forests in the face of contemporary challenges. Proceedings of International Scientific conference, 71.

27. Yarotskiy V.Yu., Pasternak V. P., Nazarenko V.V. (2019). Deadwood in the oak forests of the Left Bank Forest-steppe of Ukraine. Folia Forestalia Polonica, 61 (3), 247-254. https://repo.btu.kharkov.ua//handle/123456789/12356.

Є. В. Воробей[1], **К. В. Давиденко**[2,3]

[1]*Державне спеціалізоване лісозахисне підприємство «Харківлісозахист», Харків, Україна.*
[2]*Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, Харків, Україна*
[3]*Шведський аграрний університет, Уппсала, Швеція*

КСИЛОТРОФНА МІКОБІОТА ЛИСТЯНИХ НАСАДЖЕННЯХ ФІЛІЇ «ЖОВТНЕВЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»

Дереворуйнівні гриби є екологічно важливими організмами та одними з найголовніших компонентів лісових екосистем, завдяки їм здійснюється деструкція деревини та її залучення до кругообігу речовин. Різноманітність і структура угруповань дереворуйнівних грибів часто обумовлені доступною кількістю мертвої деревини. Нами досліджено чисельність і різноманітність деревних грибів на ділянках мішаних дубових лісів віком 76-107 років, де проводились лісогосподарські заходи (вибіркові та суцільні санітарні рубки). Дослідження

проводились у 2021-2022 роках і різні види грибів були виявлені та ідентифіковані на живих, сухостійних і повалених деревах і пнях, колодах, опалих гілках тощо. Жива та мертва деревина дуба колонізована грибами Ascomycota (15 видів) та Basidiomycota (26 видів).

Наші дослідження виявили на всіх дослідних ділянках разом 41 вид (934 знахідки ксилотрофних грибів), 11 порядків (4 з відділу Basidiomycota (клас Agaricomycetes) і 7 з Ascomycota (клас Sordariomycetes і Dothideomycetes).

Двадцять видів грибів (48%) зустрічаються в обох типах насаджень, тоді як 16 (37%) видів зустрічаються виключно в насадженнях без проведення заходів і 2 (5%) в насадженнях, де проводились санітарні рубки. Чисельність грибів була незначно більшою в насадженнях, де проводились санітарні рубки (489), ніж там де заходи були відсутні (475). Різноманітність грибів була значно меншою в насадженнях, де проводились санітарні рубки (29), ніж у насадженнях без заходів (45). Чисельність грибів на один зразок, дерево, колоду та гілку була меншою в насадженнях де проводились рубки. Дослідження показує, що проведення санітарних рубок призвело до незначного зменшення різноманітності грибів у валежній деревині та не призвело до ліквідації агресивних дереворуйнівних грибів (Laetiporus sulphureus та Fistulina hepatica).

***Ключові слова**: дереворуйнівні гриби, дуб звичайний, деструкція деревини, лісові екосистеми.*

УДК 631.543.631.630*232.43

М. Я. Гументик[1], О. Ю. Бордусь[1], Я. Д. Фучило [2], О. М. Атаманюк[1], Н. С. Зацерковна[1], О. Г. Якименко [2], В. М. Гументик[1]

[1]Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, м. Київ, Україна
[2]Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирська область, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ ПАВЛОВНІЇ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Наведено результати дослідження росту та розвитку рослин павловнії протягом перших чотирьох років вирощування. Встановлено, що із чотирьох використаних варіантів густоти садіння (500, 625, 833 та 1050 рослин на 1 га) оптимальною є густота 625 дерев на 1 га. За використання такої густоти середня висота рослин 'Clone in vitro 112' становила за чотири роки 10,20 м, а павловнії повстистої – 6,60 м. Протягом вегетаційного періоду найбільший приріст рослин павловнії 'Clone in vitro 112' за висотою, відзначався у червні

[1]**Гументик Михайло Ярославович,** доктор с.-г. наук, с.н.с., зав. лабораторії. E-mail: hmy@ukr.net; https://orcid.org/0000-0001-9052-9650;
[1]**Бордусь Олена Юріївна,** аспірант. E-mail: kukoshh@gmail.com; https://orcid.org/0000-0001-5370-0340;
[2]**Фучило Ярослав Дмитрович,** доктор с.-г. наук, професор, завідувач кафедри лісівництва та захисту лісу. E-mail: fuchylo_yar@ukr.net; https://orcid.org/0000-0002-2669-5176;
[1]**Атаманюк Олег Михайлович,** кандидат с.-г. наук. E-mail: aom68@i.ua; https://orcid.org/0000-0001-8327-3298;
[1]**Зацерковна Наталія Сергіївна,** кандидат с.-г. Наук. E-mail: nzatserkovna@ukr.net; https: //orcid.org/0000-0003-2542-4165;
[2]**Якименко Олександр Геннадійович,** кандидат. пед. наук, викладач. E-mail: mathematic@i.ua; https://orcid.org/0000-0002-2415-6478;
[1]**Гументик Володимир Михайлович,** аспірант. E-mail: gvm@ukr. net; https://orcid.org/0000-0001-79838-3988.

(95 см). У павловнії повстистої він становив 80 см. Найменші прирости спостерігалися на початку та у кінці вегетаційного періоду: у травні – відповідно 40 та 30 см, а у жовтні – 20 і 12 см. Дослідження особливостей росту дерев павловнії за діаметром стовбура показали, що у перший рік після технічного зрізу середній діаметр дерев 'Clone in vitro 112' досягає 5-6 см, у той час, як у павловнії повстистої – 3-4 см. На наступний рік стовбур 'Clone in vitro 112' має товщину 8-10 см, а повстистої – 6-7 см. Середній діаметр трирічних рослин 'Clone in vitro 112' становить 15-16 см, а повстистої – 10-11 см. Після завершення четвертого року вегетації рослини сорту 'Clone in vitro 112' діаметр на рівні 22-23 см, а у повстистої – 14-15 см.

Важливо відзначити, що павловнія для інтенсивного росту і стійкості до негативних чинників вимагає добре освітлених місць, захищених від вітрів і морозів. Також, для забезпечення успішності вирощування її плантацій, необхідні проникні ґрунти, багаті азотом з pH ґрунту від 5 до 8,9 та достатня кількість вологи (800 мм опадів у рік або застосування поливу).

За забезпечення таких умов вирощування павловнії в умовах Лісостепу України може бути успішним, особливо зважаючи на потепління клімату та м'які зими, що спостерігаються зараз у регіоні досліджень. Також варто відзначити, що листяний опад павловнії, завдяки високому вмісту азоту та значній масі, сприяє формуванню під її насадженнями пухкого, збагаченого азотом та іншими поживними речовинами ґрунту.

Ключові слова: *біоенергетика, Paulownia tomentosa (Thunb.) Steud.; 'Clone in vitro 112'; густота садіння; інтенсивність росту; висота; діаметр стовбура.*

Вступ. Зростання концентрації вуглекислого та інших парникових газів в атмосфері Землі є однією з основних причин зміни клімату, що спонукає до пошуку заходів зі зменшення викидів завдяки зменшенню використання викопних енергоносіїв та розвитку нових напрямків господарювання на основі більш широкого використання відновлюваних джерел енергії. Одним із ефективних напрямків вирішення цієї проблеми є пошук нових високопродуктивних біоенергетичних рослин, які, поряд з інтенсивним продукуванням сировини для виробництва біопалива, активно поглинають з атмосфери вуглекислий газ та виділяють значну кількість кисню [1, 2, 3]. Використання з цією метою в Україні лише лісових ресурсів є недостатнім, оскільки середня лісистість території держави становить менше 16 %, що є одним з найнижчих показників серед країн Європи [4, 5]. В останні роки у зв'язку з воєнними діями на південному сході України знищено біля 3 млн. га лісу та полезахисних насаджень, що спричиняє масштабні прояви ерозійних процесів та опустелення території. Після звільнення захоплених територій буде необхідно багато зусиль витратити на відновлення як лісів, так і об'єктів полезахисту. Для пришвидшення початку виконання такими насадженнями полезахисних функцій доцільно використовувати швидкорослі деревні види, які, крім чисто екологічної функції, можуть одночасно використовуватися як джерело [4, 5, 6, 7]. До основних переваг рослинної біомаси як джерела альтернативної енергії

належать екологічна чистота, порівняно з викопними видами палива, та відсутність негативного впливу на баланс вуглекислого газу в атмосфері, оскільки під час згоряння біопалива на основі рослинної біомаси в атмосферу виділяється така ж кількість вуглекислого газу, яка поглинається рослинами в процесі фотосинтезу, притому утворюється у десятки разів менше оксиду сірки порівняно з викопним паливом [8, 9].

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень та публікацій. Для сільгоспвиробників багаторічні біоенергетичні культури є альтернативою інтенсивному сільському господарству як з екологічної, так і з економічної точки зору [4, 9]. Енергетичні плантації на основі деревних культур за мінімальний період забезпечують отриманню значного обсягу високоякісної деревної продукції. Для створення енергетичних плантацій з коротким терміном вегетації необхідно використовувати швидкорослі види дерев, що дозволяють скоротити термін вирощування деревної біомаси з 10-20 до 5-6 років [9, 10, 11]. Деревину з спеціально створених плантацій можна використовувати як ділову у будівельній промисловості, а 50 % відходів – як сировину для виготовлення паливної тріски та інших видів палива.

Одним з перспективних видів для вирощування на деревних енергетичних плантаціях та інших насадженнях є павловнія *(Paulownia)* – це листяне дерево, рід рослин родини павловнієві (Paulowniaceae). Воно має найшвидший цикл росту, вирощується на занедбаних ґрунтах, здатних до ерозії та відзначається легкою і міцною деревиною. Рослина є унікальною: за 6 років досягає висоти від 15 до 20 метрів, діаметр стовбура – 20-30 см. Здатна регенерувати від кореневої системи 4-5 циклів [16].

Насадження павловнії здатні відновлювати в найкоротші терміни ділянки землі, що постраждали від пожеж, зсувів, селів та інших природних руйнувань. Листя дерев павловнії завдяки великим розмірам площі листкової поверхні вбирає в 10 разів більше CO_2, ніж будь-які інші широколисті дерева. Плантація дерев павловнії площею 1 га здатна за рік переробити 120-140 т диоксиду вуглецю. Незважаючи на те, що павловнія визнана однією із найбільш швидкорослих деревних рослин у світі, різні її види і сорти відрізняються швидкістю росту. Зокрема, якщо для отримання деревини з павловнії ′Clone in vitro 112′ необхідно 5-6 років, то для досягнення такої продуктивності павловнією повстистою потрібно 8-10 років [10].

Вирощування енергетичних плантацій павловнії в Україні викликає активні дискусії від захоплення цією культурою до розчарування. В більшості виробничники зіткнулися з проблемою морозостійкості нових гібридів павловнії, відсутністю ефективних технологій вирощування в умовах України та

суперечливим віднесенням даної культури до інвазивних видів, незважаючи на те, що її сорти у своїй більшості не здатні розмножуватися насінням.

Для промислового вирощування плантацій павловнії необхідні детальні дослідження її вирощування в різних ґрунтово-кліматичних зонах [9].

Мета досліджень. Метою досліджень було встановлення закономірностей формування продуктивності павловнії повстистої (*Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud.) та сорту ′Clone in vitro 112′ (*Paulownia elongata* S. Y. Hu × *Paulownia fortunei* (Seem.) Hemsl.) у зоні Правобережного Лісостепу України та оптимальної густоти їх плантацій.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження виконували впродовж 2019-2022 рр. у відділі селекції сталих технології вирощування біоенергетичних культур Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (ІБКіЦБ). Грунт дослідного поля – дерново-підзолистий супіщаний, який має наступну агрохімічну та фізико-хімічну характеристику орного (0-20 см) шару: pH сольове – 5,3-5,5 загальний вміст гумусу за Тюріним – 0,50-0,62 %; рухомий фосфор та калій за Кірсановим – відповідно 160-180 та 50-65 мг/кг ґрунту; лужногідролізований азот за Корнфілдом – 39-45 мг/кг ґрунту. Дослідна ділянка має – дуже низьку природну родючість ґрунту.

Аналіз динаміки погодних умов вегетаційних періодів 2019-2022 рр. показав, що за температурним режимом і кількістю опадів роки досліджень мали відхилення від середніх багаторічних показників, що дозволило більш повно оцінити адаптивність рослин павловнії до умов вирощування та їх здатність реалізувати свій біологічний потенціал.

За сумою активних температур, кількістю опадів і періодом вегетації територія дослідного поля відноситься до мікрокліматичного району який характеризується м’яким, достатньо зволоженим, помірно континентальним кліматом.

Сума позитивних температур тут 2500-2600ºС. Період з середньо добовою температурою понад 10ºС триває 160-165 днів. Протягом цього періоду випадає 380-420 мм опадів, а за рік – 570-680 мм, величина гідротермічного коефіцієнта – 0,9-1,5.

Температурний режим протягом вегетаційних періодів 2019-2022 рр. у цілому можна охарактеризувати як середньозважений без значних екстремальних аномалій. За режимом опадів найбільш посушливим у період активної вегетації був 2020 рік. Вегетаційні періоди 2019 і 2021 найбільш оптимальні за характером зволоження. 2022 рік характеризувався дефіцитом вологи у першій половині вегетації та перевищенням норми у другій половині. Дослідження були проведені згідно методик досліджень деревних культур розробленої в ІБКІЦБ НААН [12, 13, 14]. З метою встановлення параметрів

розвитку рослин павловнії в умовах Лісостепу України були закладені дослідження за схемою садіння: 500, 625, 833 та 1050 шт./га. Для створення плантації було здійснено відповідну підготовку ґрунту. Восени внесли гербіциди та провели глибоку оранку ґрунту. Весною провели культивацію та мотобуром діаметром 50 см створили лунки глибиною 40 см, в які закладали мінеральні та органічні добрива. Саджанці павловнії повстистої та ′Clone in vitro 112′, вирощені in vitro, перед висаджуванням у відкритий ґрунт на постійне місце піддавали двотижневій адаптації до природного освітлення та перепаду добових температур. Весною, на другий рік вегетації рослини павловнії зрізали на висоті 2-3 см від поверхні ґрунту (технічний зріз).

Результати дослідження. Павловнію характеризують волого- та світло вибагливою рослиною здатною швидко нарощувати біомасу. Швидкорослість рослин павловнії забезпечується інтенсивним проходженням у їх органах біохімічних процесів, внаслідок чого утворюється значна маса біологічних речовин, які використовуються на формування вегетативних та генеративних органів.

Підвищити ефективність використання сонячної енергії в ході фотосинтезу можна, розмістивши рослини на оптимальній відстані під час садіння. У зріджених посадках значна частина світла не буде використана рослинами, а в загущених рослини затінюють одні одних. Важливим заходом під час закладання промислової плантації є формування оптимальної густоти стояння рослин. Дослідженнями встановлено, якщо покращуються умови водопостачання і мінерального живлення то розміри листкової поверхні рослин павловнії та урожайність біомаси збільшується і між ними існує прямо пропорційна залежність. Встановлено, що за збільшення густоти до 833 шт./га площа листя однієї рослини зменшувалась, а це в свою чергу призводить до зниження урожайності біомаси в цілому. За результатами досліджень встановлено, що густота садіння дерев на одному гектарі, за квадратного розміщення, повинна складати 625 дерев на 1 га. Так, найбільший приріст рослин павловнії за висотою за перший рік вегетації отримано саме за використання густоти 625 рослин на 1 га. Він становив у рослин ′Clone in vitro 112′ 425 см, а за чотири роки висота дерев досягла 1020 см; у павловнії повстистої ці показники становили відповідно 260 см, та 660 см (рис. 1).

Встановлено, що у перший рік вегетації у зоні Правобережного Лісостепу України у рослини інтенсивно відбувається формування кореневої системи. Із початком нового сезону вегетації від кореневої системи павловнії видаляли нові пагони, які набагато товстіші і вищі, ніж торішні. У перший рік вегетації молоді пагони павловнії не дерев'яніють, тому зимою верхівка однорічних пагонів на

рівні 15-20 см, підмерзали. Для отримання високоякісної деревини потрібно, щоб рослина формувала довгий і прямий стовбур.

Тому, у перший рік вегетації після технічного зрізу видаляли молоді новоутворені, ще не задерев'янілі зелені пагони (пасинки), що не перевищували в розмірі 10-12 см, та нижні 2-3 яруси листя залишаючи стовбур гладким.

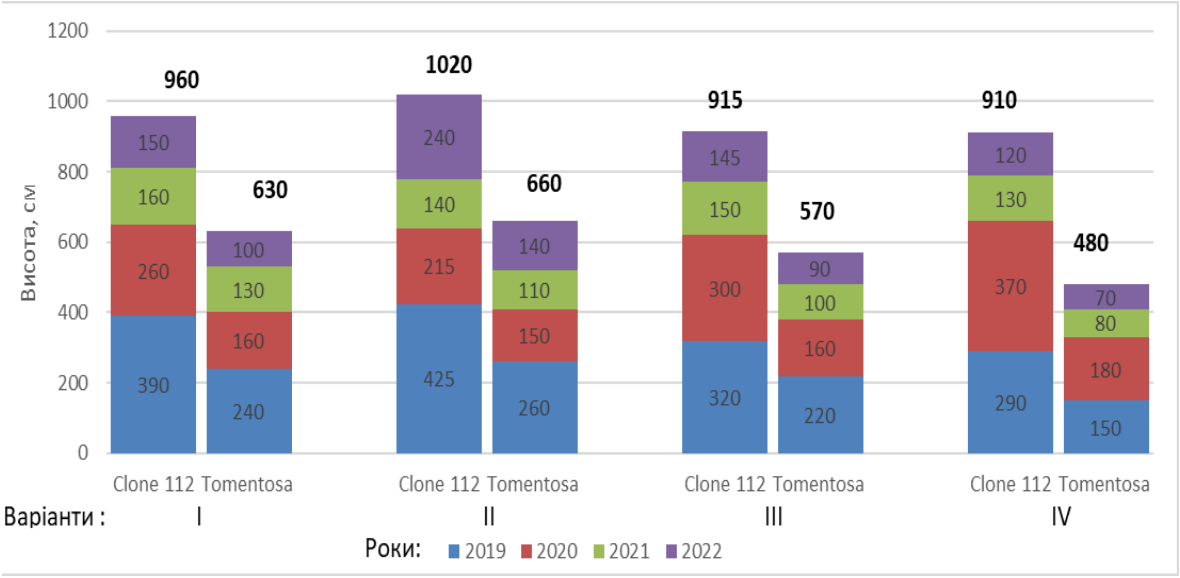


Рис. 1. Динаміка росту дерев павловнії Clone in vitro 112 та повстистої за висотою протягом перших чотирьох (2019-2022) років вирощування, см. Варіанти густоти (шт./га): I – 500, II – 625, III – 833, IV – 1050

Особливо значний приріст листя відбувається у перший та другий рік вегетації рослин. Листкова поверхня відіграє основне значення в поглинанні CO_2 та продукуванні органічної речовини в процесі фотосинтезу. Кількість поглиненої фотосинтетично активної радіації листками павловнії великою мірою визначається розміром асиміляційного апарату рослин. Важливою його характеристикою є листковий індекс, тобто площа зелених листків рослин на одиниці площі плантації. Результатами попередніх досліджень доведено, що зменшення асиміляційної поверхні рослин призводить до зниження їх продуктивності.

Найбільший приріст рослин павловнії ′Clone in vitro 112′ за висотою, відзначався у червні (95 см). У павловнії повстистої він становив 80 см. Найменші прирости спостерігалися на початку та у кінці вегетаційного періоду: у травні – відповідно 40 та 30 см, а у жовтні – 20 і 12 см (рис. 2.).

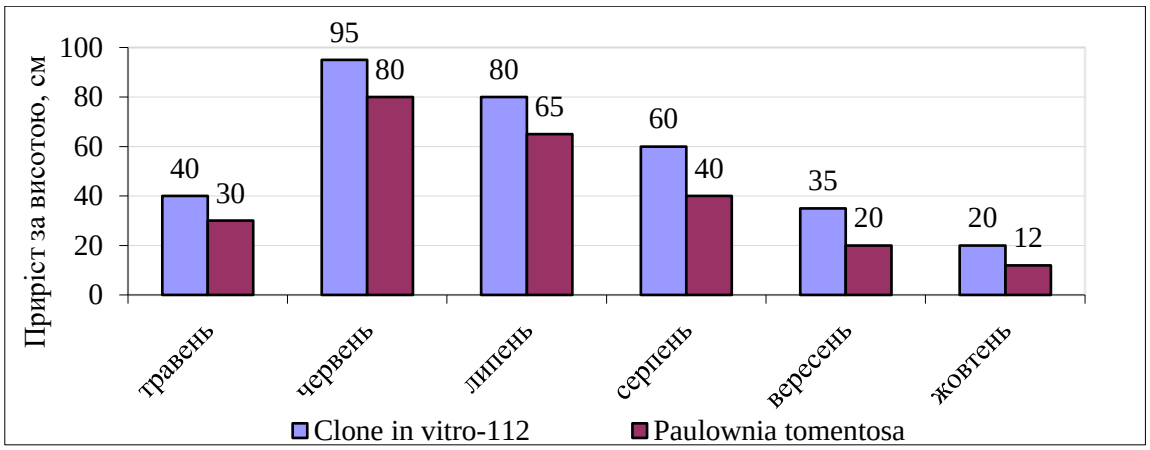


Рис. 2. Середньомісячний приріст рослин павловнії

Дослідженнями встановлено, що в регіоні досліджень однорічний стовбур дерева павловнії ′Clone in vitro 112′ після технічного зрізу в середньому досягає на висоті 1 м діаметра 5-6 см, у той час, як у павловнії повстистої – 3-4 см; на наступний рік стовбур ′Clone in vitro 112′ досягає товщини 8-10 см, а повстистої – 6-7 см; трирічний стовбур ′Clone in vitro 112′ – 15-16 см, а повстистої – 10-11 см і чотирирічний у сорту ′Clone in vitro 112′ – 22-23 см, а у повстистої – 14-15 см (рис. 3).

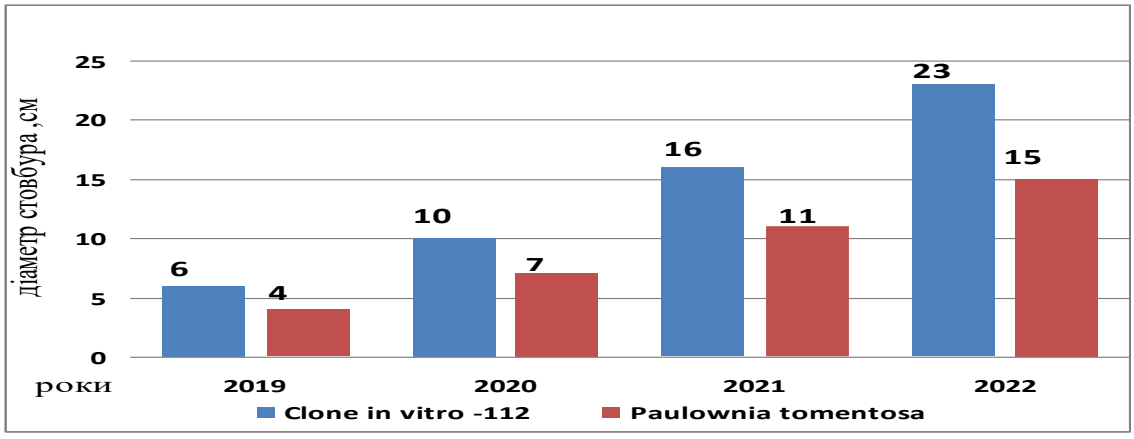


Рис. 3. Середній діаметр стовбура павловнії ′Clone in vitro 112′ та павловнії повстистої за роками (2019-2022 рр.)

Важливо відзначити, що досліджувані насадження павловнії зростають в межах м. Києва, де, як і у кожному мегаполісі, формується специфічний мікроклімат, з меншими морозами, порівняно з відкритою територією, що посприяло успішному зростанню рослин, оскільки вони для інтенсивного росту і стійкості до негативних чинників вимагають добре освітлених місць, захищених від вітрів і морозів.

Також, для забезпечення успішності вирощування плантацій павловнії повстистої та ′Clone in vitro 112′, необхідні проникні ґрунти, багаті азотом з pH

ґрунту від 5 до 8,9 та достатня кількість вологи (800 мм опадів у рік або застосування поливу) [15].

За забезпечення таких умов вирощування павловнії в умовах Лісостепу України може бути успішним, особливо зважаючи на потепління клімату та м'які зими, що спостерігаються зараз у регіоні досліджень. Також варто відзначити, що листяний опад павловнії, завдяки високому вмісту азоту та значній масі, сприяє формуванню під її насадженнями пухкого, збагаченого азотом та іншими поживними речовинами ґрунту.

Висновки. Проведені в умовах Правобережного Лісостепу України дослідження закономірностей формування продуктивності павловнії повстистої (*Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud.) та сорту ′Clone in vitro 112′ (*Paulownia elongata* S. Y. Hu × *Paulownia fortunei* (Seem.) Hemsl.) показали, що для інтенсивного росту і стійкості до несприятливих чинників павловнія вимагає добре освітлених місць, захищених від вітрів і морозів.

Також, для забезпечення успішності вирощування плантацій павловнії необхідні проникні ґрунти, багаті азотом з pH ґрунту від 5 до 8,9 та достатня кількість вологи (800 мм опадів у рік або застосування поливу). За забезпечення таких умов вирощування павловнії в умовах Лісостепу України може бути успішним, особливо зважаючи на потепління клімату та м'які зими, що спостерігаються зараз у регіоні досліджень.

Встановлено, що у перший рік вегетації у рослини павловнії відбувається інтенсивне формування кореневої системи. Найбільший приріст за висотою відбувається у перший та другий рік вегетації за густоти садіння 625 рослин/га.

За 4 роки досліджень значно вищі показники росту за висотою та діаметром, порівняно з павловнією повстистою, виявилися у клону ′Clone in vitro 112′, середня висота рослин якого становила 1020 см, а середній діаметр – 23 см, тоді як у павловнії повстистої – 660 см і 15 см відповідно.

Перед висаджуванням рослин павловнії у відкритий грунт необхідно, щоб вони протягом двох-трьох тижнів пройшли поступову адаптацію до температурних умов зони вирощування.

References

1. Sinchenko V. M., Bondar V. S., Humentyk M. Ya., Pastukh Yu. A. (2020). Ecological Bio Energy Materials in Ukraine Current State and Prospects of Production Development. Ukrainian Journal of Ecology, 2020. № 10(1), S. 85-89, 10.15421/2020_13 UDC620.95(477)

2. Bondar V. S., Fursa A. V. Stratehiia ta priorytety rozvytku bioenerhetyky v Ukraini. Ekonomika ahropromyslovoho vyrobnytstva. Vyp. 8. 2018. S. 17-23. [Bondar V.S., Fursa A. V. (2018). Strategy and priorities of bioenergy development in Ukraine. Economics of agro-industrial production. Issue 8. 2018. pp. 17-23.]. [in Ukrainian].

3. Bondar V, Fursa A, Gumentyk M, Svystunova I. (2020). Climate Change: Apocalyptic Prognosis and Reality. Ukrainian Journal of Ecology. 2020, 273-278, doi: 10.15421/2020_96 UDC 504.4:551.588

4. Pyrih H., Hakan M. Pravova okhorona lisu v Ukraini: suchasnyi stan, perspektyvy rozvytku. Vesniani naukovi zibrannia. KhLV Mizhnarodna naukovo-praktychna internet-konferentsiia. m. Sumy, 2020. Ch.4, S. 21-26. [Pyrih G., Hakan M. Legal protection of forests in Ukraine: current state, development prospects. Spring scientific meetings. KhLV International Scientific and Practical Internet Conference. Sumy, 2020. Part 4, pp. 21-26]. [in Ukrainian].

5. Humentyk M. Ya. Tekhnolohichni osnovy stvorennia promyslovykh plantatsii vysokoproduktyvnykh bioenerhetychnykh kultur. Bioenerhetyka. 2020. №1 (15). S. 13-17. [Humentyk M. Ya. Technological bases of creating industrial plantations of high-yielding bioenergy crops. Bioenergetics. 2020. No. 1 (15). pp. 13-17.]. [in Ukrainian].

6. Heletukha H. H., Zheliezna T. A., Kucheruk P. P, Oliinyk Ye. M. Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku bioenerhetyky v Ukraini. [Heletukha H. H., Zheliezna T. A., Kucheruk P. P., & Oliinyk Ye. M. (2018). The current state and prospects for the development of bioenergetics in Ukraine. 2018. http://www.uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-9-ua.pdf.]. [in Ukrainian].

7. Roik M. V., Sinchenko V. M, Bondar V. S., Fursa A. V. Kontseptsiia rozvytku bioenerhetyky v Ukraini na period do 2035 roku. Bioenerhetyka, 2019. № 2 (14). S.4-10. [Roik M.V., Sinchenko V. M., Bondar V. S., Fursa A. V. The concept of bioenergy development in Ukraine for the period up to 2035. Bioenergy, 2019. No. 2 (14). P. 4-10]. [in Ukrainian].

8. Humentyk M. Ya., Yaholnyk O. O. Pavlovniia vysokoproduktyvna kultura dlia vyrobnytstva biopalyva ta derevyny. Bioenerhetyka. 2020. № 2 (16). S. 6-8. [Humentyk M.Ya., Yaholnyk O.O. Paulownia is a highly productive crop for the production of biofuel and wood. Bioenergetics. 2020. No. 2 (16). P. 6-8]. [in Ukrainian].

9. Roik M. V., Shafarenko Yu. A., Sinchenko V. M., Fuchylo Ya. D., Hanzhenko O. M., ta in. Tekhnolohiia vyroshchuvannia ta vykorystannia pavlovnii v umovakh Lisostepu Ukrainy. Rekomendatsii. 2020. 75 s. [Roik M. V., Shafarenko Yu. A., Sinchenko V. M., Fuchylo Y. D., Hanzhenko O. M., et al. (2020). Technology of cultivation and use of paulownia in the conditions of the forest-steppe of Ukraine. Recommendations. 2020. 75 p.]. [in Ukrainian].

10. Matskevych O. V., Filipova L. M., Matskevych V. V., Andriievskyi V. V. Pavlovniia: Naukovo-praktychnyi posibnyk. Bila Tserkva: BNAU. 2019. 80 s. [Matskevych O.V., Filipova L.M., Matskevych V.V., Andrievskyi V.V. (2019). Pavlovnia: Scientific and practical guide. Bila Tserkva: BNAU. 2019. 80 p.]. [in Ukrainian].

11. Koleva A., Dobreva K., Stoyanova M. (2011). Paulownia – a source of biologically active substances. Journal of Mountain Agriculture on the Balkans vol.14, 5. 2011. 1061-1068.

12. Fuchylo Ya. D., Sinchenko V. M., Hanzhenko O. M., Humentyk M. Ya., Pyrkin V. I., Prysiazhniuk O. I. … Tkachenko A. M. (2018). Metodolohiia doslidzhennia enerhetychnykh plantatsii verb i topol. Kyiv: Komprynt [Fuchylo Y. D., Sinchenko V. M., Hanzhenko O. M., Humentyk M. Y., Pyrkin V. I., Prysiazhniuk O. I. … Tkachenko A. M. (2018). The methodology of the study of willow and poplar energy plantations. Kyiv: Komprint]. [in Ukrainian].

13. Hordiienko, M. I., Maurer V. M., Kovalevskyi S. B. Metodychni vkazivky do vyvchennia ta doslidzhennia lisovykh kultur. K.: Lohos. 2000. 101 s. [Hordienko M. I., Maurer V. M., Kovalevskyi S. B. Methodical guidelines for the study and research of forest crops. Kyiv.: Logos. 2000. 101 p.]. [in Ukrainian].

14. Fuchylo Ya. D., Sbytna M. V., Fuchylo O. Ya., Litvin V. M. Stvorennia ta vyroshchuvannia enerhetychnykh plantatsii verb i topol. Naukovo-metodychni rekomendatsii. K.: Lohos. 2009. 80 s. [Fuchylo Y. D., Sbytna M. V., Fuchylo O. Ya., Litvin V. M. (2009). Creation and cultivation of energy willow and poplar plantations. Scientific and methodological recommendations. K.: Logos. 2009. 80 p.]. [in Ukrainian].

15. Bortniak M., Sekutowski T. R., Zajączkowska O., Kucharsk M. Influence of the soil from Oxytree [Paulownia elongata S. Y. Hu × Paulownia fortunei (Seem.) Hemsl.] plantation on germination and initial growth of winter wheat and winter rape. Progress in Plant Protection. 2018. 58 (4). 247-250.

16. https://paulowniaukraine.com/article/view/istoriy.

M. Ya. Humentyk[1], O. Yu. Bordus[1], Ya. D. Fuchylo[2], O.M. Atamanyuk[1], N. S. Zatserkovna[1], O. G. Yakymenko[2], V. M. Humentyk[1]

[1]Institute of bioenergy crops and sugar beets of the NAAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[2]Malyn Vocational College, p. Hamarnya, Zhytomyr Region, Ukraine

PROSPECTS OF GROWING OF PAVLOVNIA IN THE RIGHT-BANK FOREST STEPPE CONDITIONS OF UKRAINE

The results of the study of the growth and development of paulownia plants during the first four years of cultivation are given. It was established that of the four used planting density options (500, 625, 833 and 1050 plants per 1 ha), the optimal density is 625 trees per 1 ha. With the use of this density, the average height of Clone in vitro 112 plants was 10.20 m over four years, and 6.60 m of felt paulownia. During the growing season, the greatest increase in height of paulownia plants Clone in vitro 112 was observed in June (95 cm) . In the felt paulownia, it was 80 cm. The smallest increases were observed at the beginning and at the end of the growing season: in May – 40 and 30 cm, respectively, and in October – 20 and 12 cm. Studies of the growth characteristics of paulownia trees in terms of trunk diameter showed that in the first a year after the technical cut, the average diameter of 'Clone in vitro 112' trees reaches 5-6 cm, while that of felty paulownia is 3-4 cm. The next year, the trunk of 'Clone in vitro 112' is 8-10 cm thick, and that of felty paulownia is 6 -7 cm. The average diameter of three-year-old 'Clone in vitro 112' plants is 15-16 cm, and that of the felt plant is 10-11 cm. After the completion of the fourth year of vegetation, the diameter of the plant of the 'Clone in vitro 112' variety is 22-23 cm, and that of the felt plant is 14-15 cm.

It is important to note that for intensive growth and resistance to negative factors, paulownia requires well-lit places protected from winds and frost. Also, to ensure the success of growing its plantations, permeable soils rich in nitrogen with a soil pH of 5 to 8.9 and a sufficient amount of moisture (800 mm of precipitation per year or the use of irrigation) are necessary.

If such conditions are ensured, the cultivation of paulownia in the conditions of the forest-steppe of Ukraine can be successful, especially considering the warming of the climate and the mild winters currently observed in the research region. It is also worth noting that the leaf litter of paulownia, due to its high nitrogen content and significant mass, contributes to the formation of loose soil enriched with nitrogen and other nutrients under its plantations.

Key words: *bioenergy, Paulownia tomentosa (Thunb.) Steud.; "Clone in vitro 112"; density of planting, intensity of growth; height; trunk diameter.*

УДК 630*12: 630*181

І. Д. Іванюк[1], Я. Д. Фучило[1], М. В. Сбитна[2], Т. М. Іванюк[3]
[1]Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирська область, Україна
[2]Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, м. Київ, Україна
[3]Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

РІСТ І ПРОДУКТИВНІСТЬ ГЕОГРАФІЧНИХ КУЛЬТУР СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ НА ПІВДНІ КИЇВСЬКОГО ПОЛІССЯ

Наведено результати досліджень особливостей росту 10 популяцій сосни звичайної (Pinus sylvestris L.*) у географічних культурах створених у 1981 році в Боярській ЛДС Київської області до 37-річного віку. Встановлено, що розмах коливання середніх висот у віці 32 і 37 років становив 2,2-2,4 м (коефіцієнт варіації (КВ) – 4,9% і 4,0 % відповідно), а середніх діаметрів стовбурів – 2,0-2,6 см (КВ = 4,6 % і 4,5 %). При цьому варіація продуктивності, внаслідок значного коливання збереженості, має значно більші показники (КВ = 15,7 % і 11,6 %). Застосування методу ANOVA дозволило встановити наявність статистично значущого впливу географічного походження насіння на ріст географічних культур. У 37–річному віці збереженість варіює від 25 % (Львівська провенієнція) до 40,9 % (Гомельська провенієнція). При цьому найбільшою висотою відзначалися популяції із Київської, Львівської, Черкаської та Чернігівської областей. Найвищою інтенсивністю приросту за діаметром виділяються ці ж самі походження, а також варіанти з Волинської та Луганської областей. Серед найгірших за швидкістю росту за висотою і діаметром були популяції з-під Гомеля і Воронежа. Найвищими показниками запасу стовбурової деревини відзначається провенієнція з Чернігівської області, а серед найгірших – з Волинської, Львівської та Воронежської областей. Встановлено, шо стабілізація рангів провенієнцій за показниками збереженості, росту та продуктивності спостерігається лише після 21-річного віку. Зроблено припущення, що найбільш точну оцінку росту і стану провенієнцій сосни звичайної можна отримати у віці, який відповідає третині-половині віку головної рубки. Виявлено наявність тренду клінальної мінливості збереженості дерев провенієнцій і середнього діаметра їх стовбурів вздовж географічного (широтного) та екологічного (температурного) градієнтів.*

Ключові слова: *Pinus sylvestris* L.*; збереженість; висота; діаметр; запас; географічна мінливість.*

[1]**Іванюк Ігор Дмитрович,** доктор с.-г. наук, професор, директор коледжу. E-mail: mltk-1927@ukr.net; https://orcid.org/0000-0002-4969-8783;
[1]**Фучило Ярослав Дмитрович,** доктор с.-г. наук, професор, завідувач кафедри лісівництва та захисту лісу. E-mail: fuchylo_yar@ukr.net; https://orcid.org/0000-0002-2669-5176;
[2]**Сбитна Маргарита Вікторівна,** канд. с.-г. наук, докторант. E-mail: boyarka_nauka@ukr/.net; https://orcid.org/000-0002-9622-7909;
[3]**Іванюк Тетяна Миколаївна,** канд. с.-г. наук, доцент, Поліський національний університет. https://orcid.org/0000-0001-6171-4064.

Вступ. Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) є одним із найбільш поширених видів лісових деревних рослин в Україні. Загальна площа її природних та штучних насаджень становить 3,2 млн. га, тобто майже третину земель лісового фонду країни. Ареал сосни звичайної на території України складається із суцільної (Полісся) та диз'юнктивної (Лісостеп, Степ, Карпати) частин. В останній вид представлений окремими ізольованими (острівними) популяціями вздовж південної межі його ареалу. Широкий спектр лісорослинних умов в межах ареалу сосни звичайної обумовлюють високий рівень внутрішньовидової мінливості морфологічних, фізіологічних, біохімічних, таксаційних ознак, що підтверджується чисельними генекологічними дослідженнями, тобто дослідженнями географічних культур, в яких на однорідному екологічному фоні впродовж тривалого періоду випробовуються потомства географічно віддалених популяцій виду.

Одним із ключових завдань досліджень географічних культур сосни звичайної є ідентифікація популяцій, які за комплексом показників росту і адаптованості можуть бути рекомендовані як джерела насіння для лісовідновлення в певних регіонах [20]. При ідентифікації таких популяцій постає питання оптимального часу діагностики їх росту в географічних культурах. Існують різні точки зору з цього приводу. Одні вважають, що перша оцінка росту провенієнцій може бути дана в 5-7 років, а відносно надійні попередні висновки можуть бути зроблені у 9-11 років. При цьому стверджується, що продуктивність культур стабілізується, як правило, до 30-35 років [21]. König A. [15] зазначає, що вже під час вирощування сіянців різного географічного походження у розсаднику можна оцінити низку ознак, що характеризують адаптованість походження. Однак рання діагностика росту і розвитку провенієнцій можлива лише за наявності високої кореляції цих показників в географічних культурах у молодому і старшому віці. Саме багаторічні дослідження географічних культур дають можливість отримати інформацію такого роду.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Сосна звичайна є одним із видів деревних рослин, найбільш вивчених методами генекології [10, 20]. Однак і нині дослідження внутрішньовидової мінливості сосни звичайної в географічних культурах продовжуються в багатьох країнах світу, зокрема в Швеції [2], Фінляндії [13], Латвії [17], Польщі [4, 5, 30], Німеччині [35], Іспанії [22], Боснії і Герцеговині [3, 18], Туреччині [11]. В Україні у минулому столітті створена досить широка мережа географічних культур сосни звичайної (26 культур на площі 166,6 га), де випробовується 1042 популяції [26]. Найдавнішими вважаються культури, закладені В.Д. Огієвським в Собичському лісництві Шосткинського лісгоспу в 1910-1916 рр. [24, 34]. Перед початком

другої світової війни у в Тростянецькому лісництві був закладені цікавий дослід, де представлене потомство популяцій, насіння яких було розподілене на фракції за розміром і кольором [25]. У післявоєнний період було створено низку серій географічних культур, найбільш важливими з них є мережа 1955 року та 1975-1976 р. Результати дослідження цих культур опубліковані як безпосередніми авторами цих об'єктів, так і координаторами проекту [9, 12, 31, 32, 38]. Більшість із вищезгаданих дослідів охоплюють значні частини ареалу сосни звичайної і у них випробовуються провенієнції, які розташовані відносно далеко одна від одної. Для вивчення більш детальної структури географічної мінливості лісових деревних рослин потрібні локальні географічні культури, в яких представлені відносно близько розташовані їх провеніенції. Таким об'єктом і є географічні культури сосни звичайної, закладені наприкінці минулого століття під Києвом. Окремі аспекти росту провенієнцій в цих культурах в різні часові періоди відображені в низці публікацій [7, 8, 19, 29].

Метою проведених досліджень була порівняльна оцінка росту і продуктивності провенієнцій сосни звичайної в географічних культурах Боярської ЛДС у різні вікові періоди та визначення оптимального часу їх ранньої діагностики.

Матеріали та методи дослідження. Об'єктом досліджень були географічні культури сосни звичайної, які закладені у 1981 році у кварталі 62 Дзвінківського лісництва Боярської лісової дослідної станції на площі 2,6 га. У досліді випробовується 10 провенієнцій із південної частини ареалу сосни звичайної в Україні (8), Білорусі (1) і Росії (1) (табл. 1).

Таблиця 1

Опис місць походження насіння для створення географічних культур сосни звичайної

№ з/п	Походження			Широта (пн)	Довгота (сх)	Висота н.р.м, м	Грунти
	область	підприємство	лісництво				
1	Волинська	Ковельський ЛГ	Старовижів-ське, кв. 14	$51^0 27'$	$24^0 31'$	161	дерново-середньо-підзолисті, оглеєні супіщані
2	Житомирська	Поліський ЛГ	Радинське, кв. 40	$51^0 14'$	$28^0 52'$	126	дерново-середньо-підзолисті оглеєні супіщані
3	Чернігівська	Новгород-Сіверський ЛГ	Володими-рецьке, кв.10	$52^0 07'$	$32^0 44'$	145	дерново-середньо-підзолисті супіщані

Продовження таблиці 1

№ з/п	Походження			Широта (пн)	Довгота (сх)	Висота н.р.м, м	Грунти
	область	підприємство	лісництво				
4	Львівська	Радехівський ЛГ	Радехівське, кв. 41	$50^0 13'$	$24^0 42'$	221	дерново-слабопідзолисті піщані
5	Черкаська	Черкаський ЛГ	Руськополян-ське, кв. 44	$49^0 30'$	$31^0 59'$	80	дерново-слабопідзолисті піщані
6	Київська	Боярська ЛДС	Дзвінківське, кв. 47	$50^0 16'$	$30^0 8'$	190	дерново-середньо-підзолисті супіщані
7	Сумська	Лебедин-ський ЛГ	Радянське, кв. 48	$50^0 38'$	$34^0 40'$	114	сірі опідзолені
8	Луганська	Кременський ЛГ	Комсомольське, кв. 36, 42	$48^0 32'$	$39^0 28'$	110	дерново-слабопідзолисті
9	Гомельська (Білорусь)	Гомельський ЛГ	Приборське, кв. 29	$52^0 27'$	$30^0 52'$	132	дерново-середньо-підзолисті оглеєні супіщані
10	Воронежська (РФ)	Хреновський ЛГ	Вісленське, кв. 241	$51^0 35'$	$39^0 12'$	120	дерново-середньо-підзолисті супіщані

Ґрунт дослідної ділянки – дерново-слабопідзолистий, глинисто-піщаний на флювіогляціальних відкладеннях, а тип лісорослинних умов – свіжий субір (B_2). Насіння для створення культур було зібране в материнських насадженнях також в умовах свіжого субору.

Дослід був закладений із двома повтореннями. Кожна провенієнція представлена двома ділянками, на яких за схемою 2,0×1,0 м висаджено 444 рослин (12 рядів, у кожному з яких знаходилося 37 посадкових місць). Така схема досліду дозволяє проводити довготермінове випробовування провенієнцій.

Відстань між крайніми провенієнціями по лінії захід-схід становить 1100 км, а з півночі на південь – 500 км.

Амплітуда середньорічних температур повітря дорівнює 2,1°С, тривалості вегетаційного періоду – 14 днів (табл. 2).

В географічних культурах з певною періодичністю проводилися обміри показників росту – висоти і діаметра стовбура на висоті грудей, продуктивності – запас деревини на 1 га, обліки збереженості та інші дослідження з використанням загальноприйнятих методик [27, 33, 36].

Отримані дані опрацьовувалися статистичними даними за допомогою пакету статистичних програм STATISTICA.

Відмінності походження для різних ознак росту перевіряли за допомогою статистичного програмного забезпечення Factorial ANOVA (STATISTICA) і моделі: $\mathbf{Y_{ijk} = \mu + P_i + R_k + P_i \times R_k + e_{ijk}}$, де Y_{ijk} – *ijk*-те спостереження, μ – загальне середнє, P_i – фіксований ефект *i*-го походження, R_k – випадковий ефект *k*-ої реплікації, P_i x R_k – випадковий ефект взаємодії між *i*-м походженням і *k*-ою реплікацією, e_{ijk} – залишкова помилка *ijk*-го спостереження.

Таблиця 2

Кліматичні умови регіонів походження насіння

№ з/п	Походження (область)	Середня температура повітря, °С			Сума темпе-ратур (V-X), °С	Кількість опадів (травень-жовтень), мм	Тривалість сонячного світіння (травень-жовтень), годин	Тривалість вегетаційного періоду, днів
		річна	в січні	в липні				
1	Волинська	8,2	-1,9	19,1	2875	408	1293	206
2	Житомирська	8,1	-2,7	19,8	2800	348	1337	199
3	Чернігівська	7,1	-4,2	19,4	2885	366	1388	196
4	Львівська	8,3	-2,2	19,1	2695	492	1287	205
5	Черкаська	8,8	-2,8	21,3	3040	330	1413	204
6	Київська	8,1	-2,9	20,0	3020	336	1381	204
7	Сумська	7,6	-4,1	20,2	2890	351	1391	194
8	Луганська	8,9	-4,3	22,7	3365	288	1464	208
9	Гомельська (Білорусь)	7,3	-3,5	19,3	2750	378	1321	195
10	Воронежська (РФ)	6,8	-5,8	20,3	2790	345	1285	195

Результати досліджень та їх обговорення. В однорічних географічних культурах найбільш інтенсивним ростом у висоту і за діаметром виділялася провенієнція № 5 з Черкаської області (Kalnoi et al, 1983), в той же час місцева популяція характеризувалася слабким ростом за високої збереженості.

До 5-річного віку ранжування провенієнцій за висотою залишалося подібним (коефіцієнт рангової кореляції Спірмена $r_{1\text{-}5}$ = 0,575 значущий для $p < 0,10$) (табл.1). Однак уже в 11-річному віці відбулися помітні зміни в ранжуванні провенієнцій у порівнянні з однорічними культурами (коефіцієнт кореляції Спірмена $r_{1\text{-}11}$ = 0,037) і значно менші у порівнянні з п'ятирічними ($r_{5\text{-}11}$ = 0,540). Аналіз динаміки рангів провенієнцій у більш старшому віці (21, 32, 37 років) показав, що ранжування, яке склалося у 21-річних культурах, мало змінилося пізніше (коефіцієнти рангів Спірмена $r_{21\text{-}32}$ = 0,673, $r_{32\text{-}37}$ = 0,661,

r_{21-37} = 0,794 значущі для p < 0,05). Враховуючи це, а також те, що коефіцієнти кореляції Спірмена між висотами провенієнцій до 11 років і після 21 років виявилися незначущими, можна стверджувати про певну стабілізацію рангів провенієнцій сосни звичайної за висотою лише після 20 років.

Подібною є динаміка рангів провенієнцій і за діаметром стовбура на висоті грудей. Ранжування провенієнцій за цим показником, яке склалося у 11 років, пізніше суттєво змінилося (r_{11-21} = – 0,012, r_{11-32} = – 0,062, r_{11-37} = – 0,272). Стабілізація порядку ранжування за діаметром стовбура, як і за середньою висотою, спостерігалася лише після 20 років (коефіцієнти рангової кореляції значущі: r_{21-32} = 0,879 для p < 0,001, а r_{21-37} = 0,770 для p < 0,01).

Порядки рангів провенієнцій за збереженістю та запасом деревини, які склалися до 11 років, не збереглися у старшому віці (табл. 3).

Таблиця 3

Коефіцієнти рангової кореляції Спірмена між ростом, збереженням та запасом походжень

Вік	1	5	11	21	32	37
Висота (H)						
1	1,000					
5	0,575	1,000				
11	0,037	0,540	1,000			
21	0,018	0,447	0,489	1,000		
32	0,079	0,330	0,061	0,673*	1,000	
37	0,030	0,361	0,251	0,794**	0,661*	1,000
Діаметр на висоті грудей (DBH)						
11			1,000			
21			-0,012	1,000		
32			-0,062	0,879***	1,000	
37			-0,272	0,770**	0,721*	1,000
Збереженість (Surv)						
5		1,000				
11		0,647*	1,000			
21		0,377	0,463	1,000		
32		0,325	0,409	0,671*	1,000	
37		-0,221	-0,091	0,311	0,707*	1,000
Запас (Vol)						
11			1,000			
21			0,474	1,000		
32			0,221	0,891***	1,000	
37			-0,080	0,176	-0,012	1,000

Примітка: коефіцієнти кореляції значущі для: * - p < 0,05, ** - p < 0,01, *** - p < 0,001.

Певна їх незмінність почала спостерігатися після 20-річного віку географічних культур. Варто зазначити, що сніголом 2012 року найбільш суттєво вплинув на зміну порядку ранжування провенієнцій лише за запасом деревини ($r_{32\text{-}37} = – 0{,}012$).

Аналіз показників збереженості, росту та продуктивності провенієнцій сосни звичайної проведено в часовий період стабілізації їх росту, а саме після досягнення географічними культурами 21-річного віку (табл. 4). Для цього періоду розвитку соснових деревостанів характерним є посилення внутрішньовидової конкуренції за світло, воду і елементи мінерального живлення та інтенсивне зріджування насаджень.

Як видно з даних табл. 4 збереженість провенієнцій знизилась за цей період від 25,4 % (Волинь) до 47,2 % (Київ). Варто підкреслити, що ці цифри відображають не лише інтенсивність природного зріджування, але й частково наслідки сніголому 2012 року.

У 37-річних культурах збереженість коливалася від 25 % (Львівська провенієнція) до 40,9 % (Гомельська провенієнція). У цьому віці найбільшою висотою характеризуються варіанти із Львівської, Київської, Черкаської, Чернігівської областей. Найвищою інтенсивністю радіального приросту виділяються ці ж самі провенієнції, а також варіанти з Волині і Луганська. Серед найгірших за швидкістю латерального і радіального росту впродовж аналізованого періоду варіанти із Гомеля і Воронежа.

Таблиця 4

Збереженість, ріст і продуктивність географічних культур сосни звичайної

№	Походження (область)	Збереження, %	H, м	D, см	Запас на 1 га, $м^3$
21 рік					
1	Волинська	54,0±3,1	9,8±0,27	10,1±0,15	170
2	Житомирська	68,8±2,9	10,2±0,20	10,2±0,14	180
3	Чернігівська	64,8±2,9	10,9±0,49	10,4±0,16	202
4	Львівська	70,1±2,8	11,0±0,16	10,2±0,13	197
5	Черкаська	64,8±2,9	10,4±0,25	10,8±0,13	176
6	Київська	79,4±2,5	10,3±0,23	9,7±0,14	222
7	Сумська	65,3±2,9	10,2±0,22	9,9±0,13	172
8	Луганська	57,2±3,0	10,0±0,20	9,9±0,16	140
9	Гомельська (Білорусь)	78,8±2,5	10,0±0,22	9,3±0,11	173
10	Воронежська (РФ)	67,4±2,9	10,0±0,17	9,7±0,12	158
32 роки					
1	Волинська	48,7±3,1	15,4±0,32	13,7±0,21	297
2	Житомирська	50,8±3,1	15,4±0,33	14,1±0,23	324

Продовження таблиці 4

№	Походження (область)	Збереження, %	H, м	D, см	Запас на 1 га, $м^3$
3	Чернігівська	52,1±3,1	16,4±0,31	14,4±0,23	373
4	Львівська	48,7±3,1	15,8±0,34	14,3±0,23	330
5	Черкаська	46,6±3,1	16,3±0,27	14,3±0,22	327
6	Київська	55,7±3,1	15,2±0,33	13,8±0,22	357
7	Сумська	46,0±3,1	14,3±0,41	13,6±0,22	259
8	Луганська	43,9±3,1	14,9±0,22	13,8±0,27	263
9	Гомельська (Білорусь)	66,7±2,9	14,2±0,28	12,4±0,17	320
10	Воронежська (РФ)	53,6±3,1	14,8±0,24	13,1±0,20	299
37 років					
1	Волинська	28,6±2,8	17,6±0,34	16,9±0,26	288
2	Житомирська	34,5±2,9	18,0±0,26	16,7±0,29	308
3	Чернігівська	36,2±3,0	18,3±0,37	16,9±0,29	422
4	Львівська	25,0±2,7	19,2±0,38	17,7±0,33	275
5	Черкаська	28,0±2,8	18,9±0,34	17,2±0,31	277
6	Київська	32,2±2,9	19,0±0,40	16,9±0,32	348
7	Сумська	30,7±2,8	17,6±0,44	16,6±0,27	393
8	Луганська	30,7±2,8	18,1±0,36	17,0±0,31	317
9	Гомельська (Білорусь)	40,9±3,0	16,8±0,30	15,1±0,23	308
10	Воронежська (РФ)	35,6±0,29	17,8±0,30	15,6±0,25	284

За запасом стовбурової деревини найкращою є провенієнція з Чернігівської області, а серед найгірших – з Волинської, Львівської, Воронежської областей.

Якщо порівнювати ріст інорайонних провенієнцій з місцевою, то за середньою висотою у віці 37 років немає жодної популяції, яка достовірно є кращою за місцеву, однак 5 популяцій (Волинь, Житомир, Суми, Гомель, Вороніж) є достовірно гіршими ($t = 2,10\text{-}4,4$, $t_{0,05} = 2,06$). За середнім діаметром стовбура також немає провенієнцій, які ростуть краще за місцеву. Достовірно гіршими за цим показником є лише дві провенієнції – з Воронежа і Гомеля ($t = 3,20\text{-}4,57$, $t_{0,05} = 1,96$).

Двофакторним дисперсійним аналізом показників росту провенієнцій сосни звичайної виявлено статистично значущий вплив географічного походження на їх ріст за висотою та діаметром у віці 21, 32 і 37 років.

Для оцінки характеру просторової мінливості сосни звичайної проведено кореляційно-регресійний аналіз показників росту провенієнцій у різні вікові періоди (табл. 5).

Таблиця 5

Коефіцієнти кореляції між ростом походження, збереженістю та географічними координатами, середньорічною температурою повітря та тривалістю вегетаційного періоду

Вік	Показники	Північна широта	Східна довгота	Середня річна температура	Тривалість вегетаційного періоду
21	Збереженість	0,299	-0,115	-0,333	-0,375
	Висота	-0,049	-0,254	-0,016	-0,000
	Діаметр	-0,329	-0,240	0,443	0,343
32	Збереженість	0,695**	-0,123	-0,572*	-0,475
	Висота	-0,157	-0,328	0,302	0,377
	Діаметр	-0,438	-0,276	0,483	0,465
37	Збереженість	0,675**	0,347	-0,696**	-0,699**
	Висота	-0,591*	-0,209	0,505	0,564*
	Діаметр	-0,611*	-0,369	0,669**	0,675**

Примітка: рівень значущості: *** $p < 0,01$, **$p < 0,05$, *$p < 0,1$.

Як видно із кореляційної матриці, існує лінійна пряма залежність (позитивна) між географічною широтою місця заготівлі насіння і збереженістю провенієнцій в географічних культурах (у віці 32 та 37 років коефіцієнти кореляції $r = 0,695$ і $0,675$ є значущими для $p < 0,05$). Між широтою і довготою та показниками росту навпаки виявлена обернена залежність (як статистично значуща, так і незначуща) – кращим ростом характеризуються популяції з півдня і заходу.

Середньорічна температура повітря і тривалість вегетаційного періоду обернено корелюють зі збереженістю та прямо – з показниками росту.

У процесі регресійного аналізу побудовано низку значущих однофакторних лінійних регресійних моделей, які ілюструють залежність показників збереженості і росту провенієнцій від широти знаходження материнських насаджень, середньорічної температури повітря і тривалості вегетаційного періоду в пункті заготівлі насіння (табл. 6).

Інтерпретація моделей дозволяє стверджувати, що збільшення широти місця заготівлі насіння сосни звичайної на один градус супроводжувалося зростанням показника збереженості у 32-річних географічних культурах на 3,7 %, а у 37-річних – на 2,6 %. В той же час збереженість провенієнцій у віці 37 років знижувалася на 4,6 %, якщо середньорічна температура повітря місцезнаходження джерела насіння збільшувалася на 1°С, та на 0,6 % – коли вегетаційний період в районі заготівлі насіння збільшувався на 1 день.

Таблиця 6

Результати простої регресії збереженості та діаметра на висоті грудей порівняно з географічними та кліматичними прогностичними змінними

№ моделі	Аналітична форма моделі	Критерії адекватності і значущості параметрів моделі			
		R^2	F- критерій Фішера	значення p < для	
				intercept	коефіцієнта регресії (b)
1	Збереженість 32 = - 138,4 + 3,7ПШ	0,483	7,48	0,081	0,026
2	Збереженість 37 = -99,9 + 2,6ПШ	0,456	6,71	0,086	0,032
3	Збереженість 37 = 68,8 - 4,6СРТ	0,484	7,52	0,001	0,025
4	Діаметр 37 = 10,8 + 0,7СРТ	0,448	6,49	0,002	0,034
5	Збереженість 37 = 154,5 – 0,6ТВП	0,488	7,63	0,008	0,025
6	Діаметр 37 = -2,9 + 0,1GТВП	0,455	6,69	0,709	0,032

Примітка: $F_{табл.0,05}(1,8) = 5,32$; ПШ – північна широта; СРТ – середня річна температура повітря; ТВП – тривалість вегетаційного періоду.

Також можна з певною обережністю припускати існування у сосни звичайної клінальної мінливості діаметра стовбура на висоті грудей. Із отриманих регересійних моделей випливає, що збільшення середньорічної температури повітря в місці заготівлі насіння на 1 °С супроводжується ростом середнього діаметра стовбура провінієнцій на 0,7 см, а подовження вегетаційного періоду на 1 день викликає збільшення цього показника на 0,1 см.

Існує думка, що спостереження за географічними культурами доцільно вести щонайменше від однієї третини до половини віку обороту рубки [15]. Наші дослідження теж вказують на те, що рання діагностика (до 10 років) росту популяцій не завжди гарантує надійні остаточні висновки. Подібно до результатів дослідження географічних культур бука, закладених J. Krahl-Urban [14], нами виявлено значний (за шкалою Чеддока) кореляційний зв'язок рангів популяцій сосни звичайної за висотою у віці 5 і 11 років, і помітно слабший між рангами у 5 та, відповідно, 21, 32 та 37 років. Коефіцієнт рангової кореляції за діаметром стовбура для 11 та 21, 32 і 37 років виявився навіть від'ємним. А тому планування, закладка і обстеження «довгострокових» географічних культур сосни звичайної забезпечує більш надійні оцінки і прогнози, ніж культур, створених за «короткостроковим» дизайном.

Популяції, які представлені в досліджених географічних культурах, представляють південну частину ареалу сосни звичайної, як суцільну, так і диз'юнктивну (маргінальну). Ця територія простягається з півночі на південь на 500 км, з заходу на схід – на 1100 км. Багато провенієнцій з цієї частини ареалу сосни впродовж тривалого часу проходили випробовування в низці інших географічних культурах. Так, в географічних культурах 1910-1916 рр.,

закладених В. Д. Огієвіським в Собицькому лісництві Сумської обл., у віці 40 років найкращі деревостани утворила місцева, чернігівська, волинська та білоруська сосна [28]. У 90-річному віці найвищою продуктивністю характеризувалася місцева сосна [34].

Починаючи з 1972 року впродовж 20 років в Харківській і Донецькій областях біля південної межі Лівобережного Лісостепу закладено низку географічних культур, де випробовується 169 провенієнцій сосни звичайної з майже усіх частин її ареалу на території колишнього Радянського Союзу. У результаті багаторічних досліджень цих культур рекомендовано до використання як джерела насіння 11 провенієнцій, серед яких три (черкаська, сумська, київська) подібні за походженням до тих, що випробовуються і в культурах під Києвом [38].

У 1974-1976 роках був реалізований масштабний проект щодо випробування 113 провенієнцій сосни звичайної в 33 локаціях на території колишнього Радянського Союзу [31]. За результатами досліджень динаміки росту 5-20-річних потомств популяцій ареал сосни розділений на 9 частин, одна із яких (Western Continetntal) охоплює регіон провенієнцій, які випробовуються і в культурах 1981 року під Києвом. І знову ж таки, білоруські і українські походження характеризуються видатним ростом за висотою в більшості європейських локацій. Все це добре узгоджується із узагальненнями [10] про те що, для трансферу насіння в європейську частину ареалу сосни звичайної найкраще підходять провенієнції з південної Білорусії та західної України.

З огляду на вищесказане, не варто було очікувати значної варіації показників росту провенієнцій в географічних культурах під Києвом. Як бачимо у віці 32 і 37 років (див. табл. 4) розмах коливання середніх висот становить 2,2-2,4 м (CV = 4,9 % і 4,0 %), а середніх діаметрів стовбурів – 2,0-2,6 см (CV = 4,6 % і 4,5 %). В той же час варіація продуктивності внаслідок значного коливання збереженості є досить відчутною (CV = 15,7 % і 11,6 %).

Як відомо, одним із важливих теоретичних і прикладних завдань генекологічних досліджень є ідентифікація характеру мінливості адаптивних і кількісних ознак лісового деревного виду. Починаючи від роботи Langleta [16], яка стала вже класичною і в якій доведено існування майже функціонального зв’язку між тривалістю дня і вмістом сухої речовини у хвої сіянців сосни звичайної різного географічного походження, пізніше дослідженнями географічних культур багатьох видів деревних рослин виявлено клінальну мінливість вздовж географічних (екологічних) градієнтів інших ознак – зимовий колір листя [6], тривалість періоду росту пагона [23], інтенсивність росту за діаметром [37], морозостійкість [1]. Побудовані нами значущі регресійні моделі дозволяють зробити припущення про можливий клінальний характер мінливості

виживання походження та діаметра стовбура на висоті грудей. Модель мінливості середньої висоти провенієнцій не характеризується клінальністю. Причина цього, на нашу думку, полягає в тому, що частина популяцій, представлених в експерименті 1981 року, є маргінальними на межі південної межі ареалу сосни звичайної, потік генів між якими внаслідок просторової віддаленості є обмеженим.

Висновки. Рання (у віці 11 років) діагностика збереженості, росту і продуктивності провенієнцій сосни звичайної в географічних культурах 1981 р. в Боярській ЛДС під Києвом виявилася неінформативною. Стабілізація рангів провенієнцій за цими показниками спостерігається лише після 21 року. Більш точну оцінку росту і стану сосни звичайної можна отримати у віці, який відповідає третині-половині віку головної рубки.

Незважаючи на відносно невисоку мінливість між провенієнціями за показниками середньої висоти, середнього діаметра стовбура і запасу стовбурової деревини, ефект впливу на них географічного походження насіння є статистично значущим.

Виявлено тренд клінальної мінливості збереженості провенієнцій і середнього діаметра їх стовбурів вздовж географічного (широтного) та екологічного (температурного) градієнтів. Маргінальність популяцій сосни звичайної на південній межі її ареалу, яка супроводжується невисокою інтенсивністю потоків генів, очевидно обмежує прояв строгої клінальної мінливості ознак у їх потомствах у географічних культурах.

References

1. Andersson, B., & Fedorkov, A. (2004). Longitudinal differences in Scots pine frost hardiness. *Silvae Genetica*, 53(1-6), 76-80. DOI:10.1515/sg-2004-0014

2. Andersson Gull B., Persson T., Fedorkov A., Mullin T. J. 2018. Longitudinal differences in Scots pine shoot elongation. Silva Fennica vol. 52 no. 5 article id 10040. https://doi.org/10.14214/sf.10040

3. Ballian D, Šito S. 2017. Analysis of differences of growth and phenology of provenances of Scots pine (Pinus sylvestris) in provenance experiment at Žepče. Biosyst Divers 25 (3): 228-235. https://doi.org/10.15421/011735.

4. Barzdajn W, Kowalkowski W, Chmura DJ 2016. Variation in growth and survival among European provenances of Pinus sylvestris in a 30-year-old experiment. Dendrobiology 75: 67-77. http://dx.doi.org/10.12657/denbio.075.007.

5. Chmura D. J., Guzicka M., Rożkowski R. 2021. Accumulation of standing aboveground biomass carbon in Scots pine and Norway spruce stands affected by genetic variation, Forest Ecology and Management, Volume 496, 2021, https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119476.

6. Cunningham, R. A., Van Haverbeke, D. F. (1991). Twenty-two year results of a Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) provenance test in North Dakota. Res. Pap. RM-298. Fort Collins, CO: US

Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 9 p.

7. Fuchylo, Ya., Sbytna, M., Pylypenko, I., Onyskiv, M. (2003). Peculiarities of Scots pine growth in provenance trials in Boyarska FRS. Scientific Bulletin of NAU. 63. 249-253.

8. Fuchylo, Ya., Sbytna, M., Matkovska, S. (2014). Scots pine growth specifics in ecological and geographical forest plantations of the first and second generations at the southern part of the Kyiv Polissya. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine. 12. 113-119.

9. Gyierushins'kiĭ Z. Yu., Krinits'kiĭ, G. T., Gut, R. T., Bozhok, A. A. (1983). Scots pine provenance trial in the Lviv Roztocze. Lviv Forest Technical Institute publication. 1-47.

10. Giertych M., Oleksyn J. (1992). Studies on genetic variation in Scots pine (Pinus sylvesris L.) coordinated by IUFRO. Silvae Genetica. 41: 133-143.

11. Gülcü S., Bilir N. 2017. Growth and Survival Variation among Scots Pine (Pinus sylvestris L.) Provenances, International Journal of Genomics, vol. 2017, 7 p. https://doi.org/10.1155/2017/1904623

12. Kalnoi, P. G., Zhuk, E. G., Skal'ko, D. I. (1983). The growth of Scots pine seedlings of different geographical origin in the Boyarska FRS (in Russian). In: Ways to increase the productivity of forests of Ukraine and Moldova. Kiev: Ukrainian Agricultural Academy. P. 4-8.

13. Kivimäenpää M., Markkanen J-M., Ghimire R.P., Holopainen T., Vuorinen M., and Holopainen J. K. 2018. Scots pine provenance affects the emission rate and chemical composition of volatile organic compounds of forest floor. Canadian Journal of Forest Research. 48(11): 1373-1381. https://doi.org/10.1139/cjfr-2018-0049

14. Kleinschmit, J. Svolba J. (1995). Results of the Krahl-Urban beech (*Fagus sylvatica* L.) provenance experiments 1951, 1954 and 1959 in northern Germany. P. 15-34. In: Madsen S.F. (ed.): Genetics and Silviculture of Beech. Proc. from the 5th beech Symposium of the IUFRO P.G. P1.10-00, Mogenstrup, 19-24 Sept., 1994. Danish Forest and Landscape Res. Inst., Hørsholm, Denmark.

15. König, A. O. (2005). Provenance research: evaluating the spatial pattern of genetic variation. In: Geburek T., Turok J. (eds.): Conservation and Management of Forest Genetic Resources in Europe, Zvolen: Arbora Publischer. 275-333.

16. Langlet, O. (1959). A cline or not a cline, a question of Scots pine. Silvae Genetica. 8. 13-22.

17. Matisons R, Schneck V, Jansone D, Bāders E, Dubra S, Zeltiņš P, Jansons Ā. South-Eastern Baltic Provenances of Scots Pine Show Heritable Weather-Growth Relationships. Forests. 2021; 12(8):1101. https://doi.org/10.3390/f12081101

18. Memišević Hodžić, M., Bejtić, S. i Ballian, D. 2020. Interaction Between the Effects of Provenance Genetic Structure and Habitat Conditions on Growth of Scots Pine in International Provenance Tests in Bosnia and Herzegovina. South-east European forestry, 11 (1), 11-16. https://doi.org/10.15177/seefor.20-03

19. Mauer, V.M., Zatsarnaia L.V. (1986). Growth and state of Scots pine seed offspring in the ecological and geographical plantation at the Boyarska FRS. Collection of scientific papers. Kiev: Ukrainian Agricultural Academy. 4-10.

20. Molotkov, P.I., Patlai, I.N., Davydova, N.I. et al. (1982). Breeding of forest tree species (in Russian). Lesnaya Promyshlennost, Moscow, Russian SFSR.

21. Molotkov, P.I., Patlai, I.N., Davydova, N.I. (1989). Forest seed production (in Ukrainian). Kyiv: Urozhai.

22. Notivol E, Santos-del-Blanco L, Chambel R, Climent J, Alía R. 2020. Seed Sourcing

Strategies Considering Climate Change Forecasts: A Practical Test in Scots Pine. Forests.; 11(11):1222. https://doi.org/10.3390/f11111222

23. Oleksyn, J., Tjoelker, M. G., & Reich, P. B. (1998). Adaptation to changing environment in Scots pine populations across a latitudinal gradient. Silva Fennica. 32 (2). 129-140.

24. Patlai, I. N. 1965. Influence of seed provenance on the growth and resistance of Scots pine in trials located in the southern left-bank part of the Ukrainian SSR. Dissertation Abstract. Kiev: Ukrainian Agricultural Academy. 1-28.

25. Patlai, I.M. (1971). Studies of provenance trails of pine in the Trostyanets forestry of Sumy region (in Russian). Lesovodstvo i Agrolesomelioratsiya, 27, 135-144.

26. Patlai, I.M., Molotkov, P.I., Hayda, Yu.I. et al. (1994). Permanent forest seed base of the main forestforming and introduced species of Ukraine on the breeding genetic basis (in Russian). VNIITSlesresurs, Moscow, Russia.

27. Pohrebniak, P.S., (1955). Fundamentals of forest typology. Publishing house of AN USSR, Kyiv, Ukraine.

28. Sannikov, G.P. (1959). Peculiarities of the growth of pine plantation depending on the geographical origin of seeds in the Sobichsky forestry of Sumy region (in Russian). Forest Journal. № 3.

29. Sbytna, M., Fuchylo, Ya. (2010). Genetic potential of Scots pine populations and its use for improving of the productivity of Kyiv Polissya forests: Monograph. Kyiv: Logos 240 p.

30. Szaban J, Jelonek T, Okińczyc A, Kowalkowski W. Results of a 57-Year-Long Research on Variability of Wood Density of the Scots Pine (Pinus sylvestris L.) from Different Provenances in Poland. Forests. 2023; 14(3):480. https://doi.org/10.3390/f14030480

31. Shutyaev, A. M., Giertych M. (1997). Height growth variation in a comprehensive Eurasian provenance experiment of (Pinus sylvestris L.). Silvae Genetica, 46, 332-348.

32. Shutyaev, A. M., Giertych, M. (2000). Genetic subdivisions of the range of Scots pine (Pinus sylvestris L.) based on a transcontinental provenance experiment. Silvae Genetica, 49(3), 137-151

33. Shvydenko, A.Z., Savych, Yu.N., Strochynsky, A.A., Kashpor, S.N. (eds.) (1987). Normative-reference materials for forest inventory of forests of Ukraine and Moldova (in Russian). Urozhai, Kyiv, Ukraine.

34. Tereschchenko, L.I., Samodai V.P., Moroz V.V. (2008). The current state and prospects of V.D. Ogievsky provenance trials and other breeding objects of Scots pine in the Sobitsky forestry of SE "Shostkinske FE" in the Sumy region (in Ukrainian). URIFFM, Krasnotrostianetzka FSRS. Kharkiv. 126 p.

35. Taeger S, Zang C, Liesebach M, Schneck V, Menzel A. 2013. Impact of climate and drought events on the growth of Scots pine (Pinus sylvestris L.) provenances. Forest Ecol Manag 307: 30-42. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.06.053.

36. Wright, J.W. (1976). Introduction to Forest Genetics. Academic Press, New York, USA.

37. Zhelev, P., Lust, N. (1999). Provenance study of Scots pine (Pinus Sylvestris l.) in Belgium. 1. Evaluation of phenoptypical traits. Silva Gandavensis (Belgium). 64. 24-36.

38. Zhurova P.T. (2007). The results of 25-year testing of Scots pine climatypes in the pine forests at the steppe bounder in the Ukraine (in Ukrainian). In: Forest typology in Ukraine: current state, prospects for development. Proceedings of 11th Pogrebnyak Readings (10-12. Oct. 2007., Kharkiv). Kharkiv: URIFFM. P.124-126.

I. D. Ivaniuk[1], Ya. D. Fuchylo[1], M. V. Sbytna[2], T. M. Ivaniuk[3]
[1]Malyn Vocational College, v. Hamarnya, Zhytomyr Region, Ukraine
[2]Institute of bioenergy crops and sugar beets of the NAAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[3]Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

GROWTH AND PRODUCTIVITY OF PROVENANCE TESTS OF SCOTS PINE IN THE SOUTH OF KYIV POLISSYA

The results of research on the growth characteristics of 10 populations of Scots pine (Pinus sylvestris L.) in geographic cultures created in 1981 in the Boyarka FRS of the Kyiv region up to the age of 37 are given. It was established that the range of variation of average heights at the age of 32 and 37 was 2.2-2.4 m (coefficient of variation (CV) - 4.9% and 4.0%, respectively), and the average trunk diameters - 2.0-2.6 cm (CV = 4.6% and 4.5%). At the same time, the variation of productivity, due to significant fluctuations in preservation, has significantly higher indicators (CV = 15.7% and 11.6%). The application of the ANOVA method made it possible to establish the presence of a statistically significant influence of the geographical origin of seeds on the growth of geographical crops. At the age of 37, preservation varies from 25% (Lviv provenance) to 40.9% (Gomel provenance). At the same time, populations from Kyiv, Lviv, Cherkasy, and Chernihiv regions were noted to have the highest height. The same origins, as well as variants from the Volyn and Luhansk regions, stand out with the highest intensity of growth by diameter. Populations from Gomel and Voronezh were among the worst in terms of growth rate in terms of height and diameter. The provenance from the Chernihiv region is marked by the highest indicators of the stock of trunk wood, and among the worst - from the Volyn, Lviv, and Voronezh regions. It has been established that the stabilization of provenance ranks according to indicators of preservation, growth and productivity is observed only after the age of 21. It is assumed that the most accurate assessment of the growth and condition of Scots pine provenances can be obtained at an age that corresponds to one-third to one-half of the age of the main cutting. The presence of a trend of clinal variability in the preservation of provenances and the average diameter of their trunks along geographic (latitudinal) and ecological (temperature) gradients was revealed.

Key words: *Pinus sylvestris* L., *geographical variability, preservation, height, diameter, reserve, clinal variability.*

УДК 581. 54:582.86

А. А. Дзиба[1], М. П. Гаврилюк[2], Л. О. Ковальчук[3]
[1]НУБіП, м. Київ, Україна,
[2]ВСП "БЛТФК НУВГП", м. Березне, Україна,
[3]Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирська область, Україна

ТЕРИТОРІАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ БЕРЕЗНІВСЬКОГО ДЕНДРОЛОГІЧНОГО ПАРКУ

Висвітлено проблеми екології, охорони природи, збереження та примноження біорізноманіттю довкілля, що в умовах військової агресії стають дедалі актуальнішими. Проаналізовано основні соціальні тенденції розвитку Березнівського дендрологічного парку в аспекті формування екологічної свідомості та екологічної культури як складової етносу сучасного українського менталітету, що є формуючим підґрунтям для становлення та розвитку європейських цінностей в сучасній Україні. Підтверджено еколого-формуючу роль Березнівського дендрологічного парку як ціннісно-утворюючої екологічної перлини зони Західного Полісся України. Доведено, що Березнівський дендрологічний парк є екологічним осередком виховання громадянської екологічної свідомості та формування у сучасних громадянах України екологічної культури, а також природоохоронних підходів щодо збереження та примноження природи рідного краю. Встановлено, що Березнівський дендрологічний парк це територія, де культивують різні види рослин, у тому числі і рідкісні. Висвітлено, що Березнівський дендрологічний парк в своїй неповторній структурі це саме той куточок, де можна цінувати неповторну творчість матінки-природи, поряд з якими створюються красиві декоративні споруди, скульптури, штучні водойми. Оцінено природоохоронне, виховне, соціально-утворююче, рекреаційне значення Березнівського дендрологічного парку в аспекті сталого розвитку урбанізованих територій міста Березне.

Ключові слова: *дендропарк, територія, організація, природа, рідкісні види, рекреація, охорон, довкілля, сталий розвиток, структура.*

Вступ. На сьогоднішній день в нашій країні існує 19 дендрологічних парків загальнодержавного значення [1]. Деякі з них мають 200-літню історію, інші – засновані в останні десятиліття і лише доповнюються та розбудовуються [2]. Прогулянки по дендропарку навряд чи можна порівняти з чимось, адже вони здатні занурити в світ казкової рослинності, квіткових візерунків, тінистих алей і затишних лав [3]. Березнівський дендропарк є перлиною Західного Полісся,

[1]**Дзиба Анжела Андріївна,** канд. с.-г. наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України. E-mail: orhideya_oncydium@ukr.net, https://orcid.org/0000-0003-4422-288X;
[2]**Гаврилюк Мирослава Петрівна,** магістрант, спеціаліст, викладач садово-паркових дисциплін, Відокремлений структурний підрозділ "Березнівський лісотехнічний фаховий коледж Національного університету водного господарства та природокористування", https://orcid.org/000-0006-9435-8396;
[3]**Ковальчук Лариса Олександрівна,** спеціаліст вищої категорії, викладач-методист, Малинський фаховий коледж, E-mail: larisa19_72@i.ua, https://orcid.org/0000-0001-7645-7590.

витвором садово-паркового мистецтва, який створювався протягом багатьох років не одним поколінням викладачів та студентів Березнівського лісового коледжу [4]. Щоб оглянути рідкісні види деревних рослин з багатьох куточків світу, помилуватися штучними водоймами, на берегах яких квітнуть бузки різних видів необхідно пройти 7 км оглядових доріг дендропарку [5]. На сьогоднішній день організація території Березнівського дендропарку є актуальною, оскільки дендропарк можна використовувати з метою розширення екологічного та естетичного виховання [6]. Як природний об'єкт, Березніський дендрологічний парк являє собою надзвичайно цікавий і не вивчений ареал для проведення екологічних досліджень [7]. Особливу його цікавість на сьогоднішній день у біологів, ботаніків, дендрологів викликає організація території і перспективи подальших сучасних реконструкцій [8]. На сьогоднішній день територіальна організація Березнівського дендрологічного парку має еколого-культурне, екологічно-виховне, рекреаційне, ботанічне, дендрологічне значення [9]. Тому нашими дослідженнями які пов'язані з організацією території Березнівського дендрологічного парку обгрунтовано і практично запропоновано класифікацію дендропарків за 11 ознаками: розмірами, стилем планування, власністю, підпорядкованістю до установи, архітектурно-ландшафтною структурою, характером діяльності, типами експозицій, принципом розміщення експозицій, цінністю об'єктів [10]. Результатом нашої наукової кропіткої роботи щодо науково-практичного обґрунтування організації території Березнівського дендрологічного парку стало створення на його території два екологічних маршрути: спеціалізованого навчального та рекреаційно-екологічного [11-13]. На нашу думку, це дасть змогу більш детально вивчити та обґрунтувати урбаністично-сукцесійні взаємозв'язки між дендрологічними угрупуваннями та урбаністичним середовищем в умовах міста Березне [14-16].

Матеріал і методи дослідження. Природно-заповідний фонд України складається з таких природно-заповідних територій: природний заповідник, біосферний заповідник, національний природний парк, регіональний ландшафтний парк, заказник, пам'ятка природи, заповідне урочище та штучних об'єктів: ботанічний сад, зоологічний парк, дендрологічний парк і парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва [16]. Методики дослідження повинні виключати заподіяння збитку або знищення живих істот [12]. Це є важливим елементом для наукових досліджень взагалі, та для заповідних територій особливо. Для створення та впровадження безпечних методів дослідження необхідне «соціальне замовлення» з боку природоохоронних організацій і широкої громадськості [9, 12]. Поняттям територіальної організації природоохоронних територій присвячено низку робіт [6-14]. Проаналізувавши літературні джерела нами встановлено, що єдиної методики щодо оптимізації природоохоронних

територій нині не існує [2, 6, 14]. Проте в багатьох роботах воно зводиться до певної нормативно визначеної дії – територіального планування (землевпорядкування), яке має значення засобу територіальної організації [4, 5, 7, 12]. Системний підхід як метод, на сучасному етапі розвитку, відіграє важливу роль у вирішенні проблем територіальної організації [1, 3, 15].

За науковим підходом природно-заповідні території та їх сукупності розглядаються як окремі системи, які за відповідними критеріями можуть поділятися на менші територіальні одиниці або об'єднуватися у більші чи доповнюватися новими ландшафтними структурами [4]. Розділення таких систем на елементи викликане потребою систематизації режимів збереження екосистем, а об'єднання - необхідністю підвищення репрезентативності природно-заповідних територій [3]. Підвищення репрезентативності може здійснюватися за рахунок створення мережі відділень, філіалів, паліативів чи інших об'єктів близького функціонального призначення [6, 9, 14]. Однак, для ефективного збереження екосистеми природно-заповідних територій виникає необхідність розділення цих територій на окремі функціональні зони, ділянки чи їх комплекси з різними режимами збереження [3, 8]. Для багатофункціональних природно-заповідних територій відповідно характерною є назва «зонування», що передбачає виділення «особливих» природно-територіальних комплексів [7]. Екологічні проблеми не можна подолати за допомогою виключно техніко-технологічних засобів, необхідна зміна культурологічної основи сучасного суспільства [3, 12]. Шляхом поширення екологічної культури можливо запобігти екологічній катастрофі [8]. Так що основною причиною екологічної кризи, є низький рівень екологічної культури суспільства, саме екологічна культура є одним з найбільш істотних факторів розвитку особистості, саме вона повинна оптимізувати відносини суспільства і природи [9, 12].

Аналіз літературних джерел. Нині популярності у світі, у тому числі й в Україні, набуває екологічний туризм у парках [5, 8, 12, 16]. Стрімке зростання такого туризму потенційно загрожує стану природних та культурних ландшафтів. Окрім створення власне заповідних територій необхідне належне управління природними ресурсами, тобто планування потрібно здійснювати так, щоб забезпечити оптимальне використання ресурсів навколишнього середовища, а це є ключовим елементом в охороні природної спадщини та біорізноманіття, з одного боку, а з іншого, – сприяти збереженню штучної і природної спадщини. Створення екологічних стежок є одним із засобів регулювання неконтрольованого потоку відвідувачів у заповідних територіях є [4, 6, 14]. Організація екологічних стежок разом з екскурсіями – це перспективна форма природоохоронної пропаганди [2, 4]. Організація екологічної стежки передбачає: вибір місця та домовленість (угода) з землекористувачами; розробку маршруту;

облаштування стежки; контроль за станом стежки [4, 8, 14]. Вперше такі стежки з'явились на початку XX ст. у США, у 60-х роках XX ст. – в Естонії, в Україні ж перша навчальна стежка була закладена наприкінці 80-х років XX ст. в теперішній час приділяють значну увагу питанню розроблення та створення екологічних стежок, які насамперед слугують як засіб екологічної освіти, а також захисту та охорони природи [2, 3, 8, 13]. Виділяють наступні типи маршрутів екологічних стежок: спеціалізовані (наукові, навчальні, лікувально-оздоровчі, освітньо-ресурсні), комплексні, туристичні екологічні маршрути [7, 12, 16].

Екологічні стежки проділяють:

- за способом проходження (пішохідні, велосипедні, кінні, стежки для моторизованих видів транспорту);
- за типом траси (лінійні, напівкільцеві, кільцеві, радіальні);
- за призначенням (пізнавально-прогулянкові, пізнавально-туристичні, пізнавальні);
- за часом дії (круглорічні, сезонні);
- за формою організації (групові (до 5-6 чоловік), індивідуальні) [26].

Екологічні стежки класифікують за категорією складності; залежно від способу проходження, крутизни, ширини, поверхні стежки та поділяють на легкі, помірні, складні [2, 8, 12]. Організація екологічної стежки передбачає: вибір місця та домовленість із землекористувачами, розробку маршруту, облаштування стежки та контроль за її станом. Метою створення екологічної стежки є проведення навчальної та пропагандистської роботи з питань охорони природи, а також створення умов для виховання екологічно грамотної поведінки людини в навколишньому середовищі. Певним чином це є своєрідно лабораторією в природних умовах [9]. Навчальна екологічна стежка розрахована на такі категорії відвідувачів: педагогів і вихователів, студентів навчальних закладів усіх рівнів акредитації, дітей старших груп дошкільних закладів, учнів загальноосвітніх шкіл, а також рекреантів [10]. У створенні екологічної стежки важливим етапом є отримання офіційного документа, який надає юридичне право на її організацію. Такий документ видає організація-землекористувач тієї території, на якій вирішено прокласти стежку [14]. Так, якщо землею розпоряджається місцева Рада народних депутатів, то вона схвалює відповідне рішення. Якщо маршрут буде проходити територією лісопаркових господарств та інших відомчих організацій, то їх дирекція видає відповідний наказ. У цих документах слід вказувати організацію, відповідальних за обладнання і підтримання стежки в належному стані, а також режим користування стежкою. Цю інформацію містить єдиний документ – паспорт на екологічну стежку [3, 5]. Екскурсія екологічною стежкою не повинна тривати більше години. Оптимальна довжина стежки – 2 км.

При створенні стежки, краще буде, якщо остання буде мати форму петлі з початком і кінцем в одній точці, та обов'язково обминала ділянки, де знаходяться рідкісні види флори і фауни [3, 6, 10]. Важливим елементом екологічної стежки є інформативність [10]. Умовно її можна поділити на пізнавальну, навчальну і вступну. Стежка повинна впливати на емоції, інтелект і волю відвідувача. Кожному виду інформації повинні відповідати певні об'єкти на маршруті стежки. Важливе значення у підвищенні екологічної освіти відвідувачів стежки має їхнє ознайомлення із законами живої природи, життям у навколишньому середовищі. Суть дії цих законів найкращим чином розкривається на фоні ознайомлення з різноманітними видами рослин, грибів, тварин. При цьому необхідно враховувати екологічну виразність виду. Вона полягає в тому, що обраний вид або процес, який спостерігається, дає змогу екскурсоводу наочно показати роль виду у створенні чи підтримці екологічно рівноважного стану середовища. Під час проходження маршруту необхідно прагнути того, щоб екскурсія охопила не лише унікальні, а й типові об'єкти місцевої природи (різноманітні типи рослинних угруповань, водойми, характерні форми рельєфу тощо). Специфічний екскурсійний об'єкт на маршруті – пам'ятка природи, яка поєднує природну та історичну цінність. Наприклад, вікові дерева є свідками історичних подій або сучасниками видатних людей нашого минулого. Важливим елементом інформації на стежці є спеціально встановлені інформаційні щити і знаки, які виготовляють з дощок (краще хвойних порід). Вони допомагають організувати рух відвідувачів по заданому маршруту і слугують джерелом інформації під час самостійного проходження стежкою. На стежці використовують такі типи інформаційних текстів і знаків: загальний покажчик і схему стежки, перелік правил поведінки і норм, характеристику місцевих видів природокористування, гасла і заклики, відомості про пам'ятки природи і культури, розташування зон стежки, поетичні тексти [9, 14]. Екологічні стежки маркуються. Для цього використовують кольорові смужки або кружечки, намальовані фарбами. «Знаки» стежки мають бути стандартних розмірів, кожна стежка повинна мати свій «знак» і назву. Стежки обладнують інформаційно-охоронними знаками встановленого зразка. Площина всіх табличок та щитів повинна розташовуватися відносно до відвідувачів під кутом 90 градусів. Велике значення має вибір місця розташування табличок, знаків та їх колір. Щити не варто перевантажувати інформацією [13].

Результати дослідження. За офіційними даними Державної служби заповідної справи МОНПС України у структурі природно-заповідного фонду України станом на 1 грудня 2009 р. налічується 52 дендрологічних парків, з них 19 загальнодержавного значення [16]. Однак нині є дендропарки, які мало вивчені й не охороняються законом, проте мають значну природноохоронну та

культурну цінність [9, 12].

Типи особливо охоронних територій (рис. 1) можуть включати як об’єкти, так і території природно-заповідного фонду, де виділяють природні і штучні території і об’єкти [16]. До природних територій та об’єктів природо-заповідного фонду відноситься сім категорій (природні і біосферні заповідники, національні природні парки, пам'ятки природи, пам’ятки природи, регіональні ландшафтні парки, заповідні урочища). До штучних об’єктів відноситься чотири категорії (ботанічні сади, дендрологічні і зоологічні парки, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва).

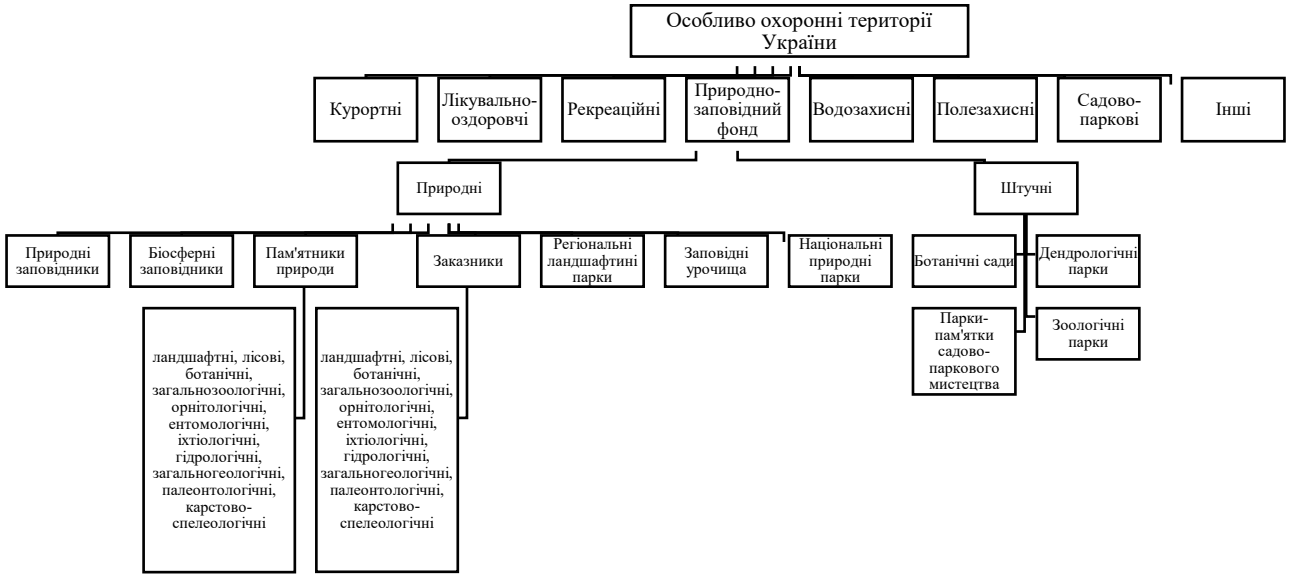


Рис. 1. Класифікація особливо охоронних територій України [16]

Дендрологічні парки є природоохоронними установами, в їх завдання входить створення спеціальних колекцій рослин в цілях збереження і збагачення рослинного різноманіття світу, а також здійснення наукової, навчальної та просвітницької діяльності. Території дендрологічних парків призначаються тільки для виконання їх прямих задач, при цьому земельні ділянки передаються у безстрокове (постійне) користування дендрологічним паркам, ботанічним садам, а також науково-дослідним або освітнім установам, віданні яких перебувають дендрологічні парки. Єдиної класифікації дендропарків за різними ознаками нами не виявлено. Проте даному питанню присвячено низку робіт. Автори екологічної енциклопедії поділяють парки за площею на малі (до 20 га), середні (20-100 га), великі (100-500 га) і масиви. (понад 500 га). При всій умовності запропонованої градації вона дозволяє певним чином диференціювати і характеризувати дендрологічні парки. Планування парків може бути регулярним, ландшафтним та комбінованим. Відповідно виділяють регулярні та ландшафтні типи парків.

Дендрологічні парки є загальнодержавного та місцевого значення [16].

За характером ландшафтної основи (ландшафтно-генетична ознака) розрізняють парки, створені на основі лісового, лучного, гірського, заплавного, прибережного та інших ландшафтів, а також на штучних підставах (сади на дахах, зимові сади криті та ін.) [13]. За видами експозицій – дендрарій, фрутіцетум, віцетум, колекційні ділянки, місцева флора, географічні ділянки, навчальний сад, альпінарій, сади окремих культур, сад квітів, та за принципами розміщення рослин у колекціях систематичний, ботаніко-географічний, екологічний, ландшафтний.

Територіальні системи дендропарків характеризується високим показником естетичної привабливості, наявністю рідкісних представників флори та фауни, унікальних геоморфологічних структур, цінних пам'яток природи і просто ландшафтних комплексів. Невід'ємним елементом будь якого дендрологічного парку, незалежно від профілю його діяльності, є експозиційні ділянки (колекції рослин). Проте не всі насадження можна вважати експозиційними. До останніх будуть відноситися рослини, які зростають в умовах відкритого та закритого ґрунту (оранжереї, теплиці, парники тощо), які є безпосередньо об'єктом науково-дослідної та навчально-демонстративної діяльності. Власне зонування території парків є основним обмеженням щодо проведення екотуристичної діяльності на цих ділянках. На основі проведених досліджень та аналізу літературних джерел, нами розроблено класифікацію дендропарків.

Дендропарки класифікують за:

- розмірами: малі (до 20 га), середні (20-100 га), великі (100-500 га), дуже великі (понад 500 га);
- стилем планування: ландшафтні, регулярні, комбіновані;
- власністю: державні (загальнодержавні, місцеві, федеральні), приватні;
- характером діяльності установи та належності до об'єкту природно-заповідного фонду: науково-дослідні, навчально-наукові, виробничі, комбіновані, входять в структуру бот саду, національного парку, біосферного заповідника, природного парку;
- характером ландшафту: лісові, лучні, гірські, паркові, комбіновані;
- за архітектурно-ландшафтною структурою: історичні (на місці парку, садиби), лісові (на місці лісового масиву), запроектовані;
- функціями: наукові, науково-технічні, освітні, рекреаційні, природоохоронні, популяційні;
- типами експозицій: дендрарій, фруктовий сад, колекційні ділянки, місцева флора, географічні ділянки, альпінарій, сад квітів, розарій, трав'янистий

сад, розсадник, теплиця, зимовий сад, історичні ділянки, сад чуттів, експериментальні ділянки, лісові культури, сквер, сад юного мічурінця, національні охоронювальні рослини, «Англійський парк», партерний амфітеатр, лісовий яр, галявина з рослинністю певного регіону, рідкісні та реліктові рослини, багатовікові дерева, історичний сад, водойма;

•принципом розміщення експозицій: ботаніко-географічні, екологічні, систематичні, ландшафтні;

•цінністю об'єктів: музеї, історичні будівлі, пам'ятки архітектури, цінні території, інші цінні об'єкти.

Березнівський дендрологічний парк відноситься до середніх за розмірами дендропарків, із ландшафтним стилем планування на території антропогенного ландшафту, за ботаніко-географічним принципом, та систематичним принципом, без врахування екологічного принципу. Центральну алею вхідної частини перетинає велика кільцева дорога, обабіч якої розміщені групи *Forsythia europaea* Degen & Bald, *Deutzia scabra* Thunb., *Spirea salicifolia* L., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A.Braun, *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach., *Rhus typhina* L., *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim., *Picea pungens* Engelm.,а також інші ділянки, такі як: модульний сад, пам'ятні посадки, сад витких рослин, збірні екзоти.

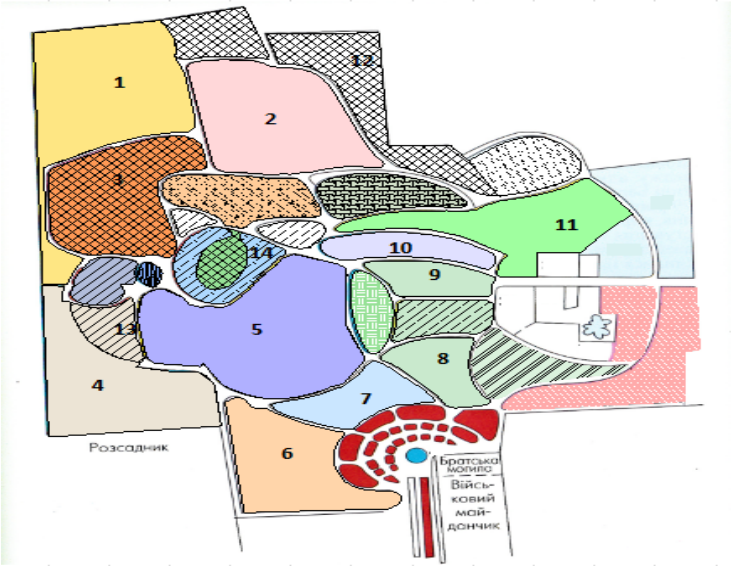


Рис. 2. Схема зонування Березнівського дендрологічного парку:
1-регіон лісів рівнин України; 2-Японія, Китай; 3-збірні екзоти; 4-Карпати, 5-Американський регіон; 6-Середня Азія; 7-Крим; 8-Кавказ; 9-Березовий гай; 10-Сибір; 11-Далекий Схід; 12-Вербові; 13-Сад жасминів; 14-Бузкарій

Проаналізувавши деякі дендропарки Польщі та України, встановлено, що територіальна організація є важливим елементом для подальшого раціонального функціонування та розвитку дендропарку. Важливим фактором для територіальної організації дендрологічних парків є зонування. Нами виявлено,

що більшість досліджуваних дендропарків, за основу організації території використовують зонування території за експозиційними зонами, проте деякі дендропарки мають функціональне зонування. Березнівський дендрологічний парк створений за ботаніко-географічним та систематичним принципами, за експозиційним зонуванням території. Пропонуємо провести функціональне зонування території Березнівського дендропарку. Відповідно до Закону України «Про природно-заповідний фонд» у штучних заповідних парках виділяють чотири функціональні зони: заповідну (5-15 %), наукову (15-25 %), експозиційну (5-10 %) і адміністративно-господарську (50-70 %) [11].

Проаналізувавши функціональне зонування для штучних заповідних парків, на території Березнівського дендрологічного парку пропонуємо територію розсадника, теплиць та частину ділянки вербових віднести до наукової зони, що буде складатись 15 % від загальної площі дендропарку; ділянку збірних екзотів, яка розташована у далекій від вхідної частини парку та поза екскурсійним маршрутом до заповідної зони – 5 %; об’єкти адміністративного призначення пропонуємо до адміністративно-господарської зони, всі інші насадження – експозиційна зона – 75 % (рис. 3). Нині проблеми екології, охорони природи, збереження біорізноманіття стають дедалі актуальнішими. Відомо, що, екологічна система стійкіша, тоді коли видове різноманіття є чим більшим.

Рис. 3. Функціональне зонування Березнівського дендропарку

Основною метою Березнівського дендропарку є збереження і розширення колекції дерев, чагарників, особливо рідкісних, які знаходяться під загрозою зникнення, а також екзотичних та інших об’єктів, які мають наукове, навчальне, природоохоронне і культурне значення. Нами встановлено, що дендропарк слугує базою науково-дослідницьких робіт із введення на Рівненщину та в

Українське Полісся видів деревних рослин, різновидів і форм автохтонної та інтродукованих дендрофлори, що є цінними для зеленого будівництва і лісового господарства і медицини. Насадження дендропарку є еталоном для порівняння та перевірки видового складу деревних рослин, які впроваджуються в зелене будівництво і лісове господарство.

У 1979 р. на території коледжу було створено колекцію деревних рослин, яка була представлена 1533 таксонами на рівні виду, але, станом на 01.01.1986 р., їх кількість зменшилася до 1350 таксонів [12]. Однією з причин зменшення кількості колекції було те, що в процесі акліматизації та адаптації частину деревних рослин було втрачено, особливо серед представників Японо-Китайського регіону, Кавказу, Середньої Азії. Таким чином, у 2004 р. колекція дендропарку налічувала до 850 таксонів, а за результатами інвентаризації, проведеної в 2008 році, у колекційному фонді дендропарку залишилися деревні рослини, які представляли до 750 видів, що належали до 2 класів, 45 родин, 122 родів, а, за даними 2009 року, – до 37 родин і 102 родів деревних рослин. Слід зазначити, що в загальну кількість не було залучено таксони з незавершеною ідентифікацією та рослини із розсадників [8]. На основі проведеного аналізу динаміки кількості таксономічного складу, варто зауважити, що у 2010 році кількість таксонів на рівні виду зменшилася до 720, які належали до 116 родів, а після уточнення у 2012-2013 роках було виявлено ще менше – з усієї колекції залишилося 511 таксонів, які належать до 95 родів та 32 родин. Більша їх частина (86%) представляє відділ *Magnoliophyta*, а близько 14 % – *Pinophyta*. Найчисленнішими родами за кількістю таксонів на рівні виду у дендроколекції є такі: рід *Betula* L., який налічує близько 38 таксонів, *Spiraea* L. – 30, *Salix* L. – 32 та *Acer* L. – 25 таксонів на рівні виду. Роди *Philadelphus* L., *Syringa* L., *Berberis* L., *Fraxinus* L., *Crataegus* L. містять 13-19 таксонів. У колекціях дендропарку зростає сім видів деревних рослин, що занесені до Червоної книги України, а саме: *Betula obscura* Kotula, *Taxus baccata* L., *Pinus cembra* L., *Fraxinus ornus* L., *Quercus cerris* L., *Syringa josikaea* J.Jacq. ex Rchb., *Staphylea pinnata* L. та один вид гібридогенного походження – *Larix polonica* Racib. Вони становлять 1,6% від загальної видів деревних рослин, представлених у колекції дендропарку. Оскільки насадження дендропарку є навчальною базою для підготовки фахівців лісового господарства, наочним посібником для студентів Рівненщини, а також учнів шкіл при вивченні біології, ботаніки і природничих дисциплін пропонуємо створити спеціалізований навчальний (для студентів та учнів шкіл) екологічний маршрут, для відпочинку учнів коледжу, жителів м. Березне, а також гостей краю, ми пропонуємо розробити туристичний екологічний маршрут. Спеціалізований маршрут (рис. 4) розроблений з рекреаційно-естетичної та інформаційної точки

зору, а також з урахуванням природних особливостей території. Запропонований маршрут матиме більш привабливий вигляд у весняний період, під час цвітіння бузку, чубушників та інших.

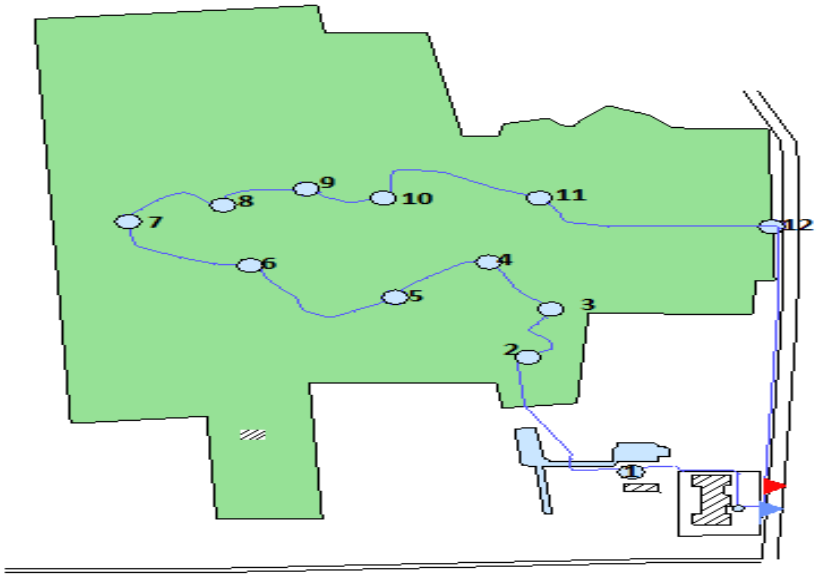


Рис. 4. Екологічний маршрут №1

Проте влітку декоративний ефект будуть забезпечувати хвойні рослини, які часто зустрічатимуться відвідувачам під час проходження екологічної стежки.

Маршрут має початок у вхідній частині Березнівського лісового коледжу де можна побачити елементи топіарного мистецтва та деревних рослин. Пункт 1. Ставок за навчальним корпусом коледжу, біля якого відвідувачі зможуть помилуватися лебедями та дикими качками. Пункт 2. Розарій, на території якого влаштований фонтан. Територія розарію декоративна під час цвітіння, фонтан, який не функціонує, можна використати для встановлення інформаційних стендів, про рослини, які зростають на цій ділянці. Пункт 3. Ботаніко-географічний регіон «Кавказ», де представлено близько 64 видів і форм кавказької флори. У цьому пункті відвідувачі зможуть побачити групу із трьох екземплярів *Abies nordmanniana* (Steven) Spach, які мають декоративний вигляд та є чудовим місце відпочинку. У цій ділянці пропонуємо встановити лави для короткочасного відпочинку. Пункт 4. Березовий гай, в якому зібрано представників роду *Betula* із різних континентів світу. Відвідувачі зможуть ознайомитися з цікавим екземпляром, таким як береза паперова, та її форми – західна і кенійська, яка декоративна своєю корою. Пункт 5. Ботаніко-географічний регіон «Середня Азія» представлений близько 70 видами деревних рослин, з них, зупинившись на цій ділянці, можна побачити *Picea schrenkiana* Fet.M., *Quercus libani* Oliver., *Populus bolleana* Lauche., *Acer turcestanicum* Pax., *Betula pamirica* Litw. Пункт 6 Ботаніко-географічний регіон «Карпати»

представлений автохтонними видами рослин природної флори Карпат України. У цьому пункті відвідувачі зможуть спостерігати, групу рослин *Picea abies* (L.) H.Karst., тут пропонуємо встановити альтанку. Пункт 7. Сад жасминів, де зростає близько 25 видів і сортів жасмину, де відвідувачі зможуть ознайомитися та помилуватися простими, махровими, білими або жовтуватими квітами, які мають приємний аромат. Пункт 8. Оглядовий майданчик, на якому відвідувачі зможуть відпочити, а також помилуватися виглядом на дендропарк.

Пункт 9. Сірінгарій, де на терасах, по берегах верхнього ставка, розміщено групами 24 види бузку, відвідувачі зможуть насолодитися його довготривалим цвітінням навесні. Пункт 10. Американський регіон налічує близько 150 видів деревних рослин, зупинившись тут, відвідувачі ознайомляться із формами туї - *Thuja occidentalis* f. ericoides Hoopes, *Thuja occidentalis* f. Aurea, *Thuja occidentalis* f. Globosa Gord, та іншими видами рослин: *Pinus banksiana* Lamb., *Pinus cembra* L., *Pinus contorta* L. Пункт 11. Ботаніко-географічний регіон «Далекий Схід», де відвідувачі зможуть відпочити у затінку на галявині.

Маршрут протяжністю 2,2 км закінчується у вхідній частині території коледжу. Другий спеціалізований навчальний екологічний маршрут (рис.5) розроблено за ботаніко-географічними регіонами для студентів коледжу, їх наочного вивчення хвойних деревних рослин. Починається маршрут на території коледжу, а саме від навчального корпусу.

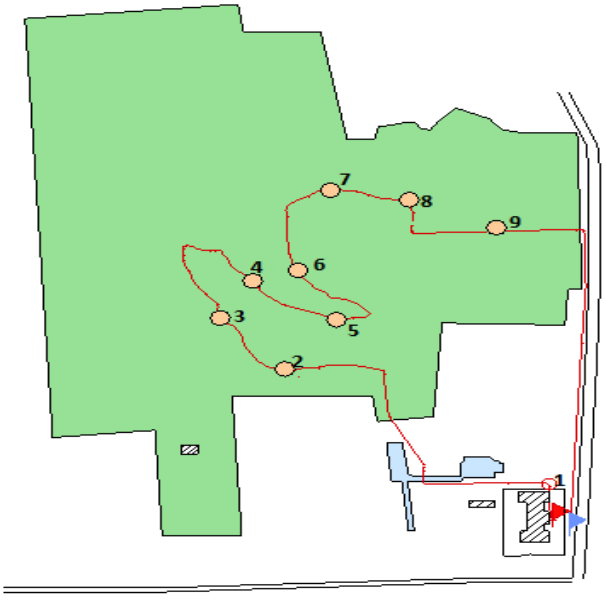


Рис. 5. Навчальний екологічний маршрут №2

Пункт 1. Ботаніко-географічний регіон «Середня Азія», де студенти зможуть ознайомитися з різними видами рослин роду ялівець *Juniperus sabina* L., *Juniperus virginiana* L. Пункт 2. Ботаніко-географічний регіон «Карпати», який налічує рослини родів *Abies*, *Picea*. Пункт 3. Ботаніко-географічний регіон

«Америка». Зупинившись на цій ділянці маршруту, студенти ознайомляться із найбільшою кількістю хвойних видів рослин *Abies balsamea* (L.) Mill., *Abies concolor* (Gordon) Lindl. ex Hildebr., *Tsuga canadensis* (L.) Carriere, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco., *Picea abies* (L.) H.Karst., *Picea asperata* Mast., *Picea engelmannii* Parry ex Engelm., *Picea glauca* (Moench) Voss., *Picea mariana* (Mill.) Britton, Sterns & Poggenb., *Picea pungens* Engelm., *Picea rubra* (Du Roi) Link., *Pinus banksiana* Lamb., *Pinus contorta* Douglas ex Loudon., *Pinus contorta* Douglas ex Loudon, *Thuja occidentalis* L., *Thuja plicata* Donn ex D. Don. Пункт 4. Ботаніко-географічний регіон «Крим», в якому студенти зможуть ознайомитися із видами рослин, такими як *Taxus baccata* L., *Pseudotsuga menziesii f. viridis* (Schwer.) Aschers. et Graebn, *Juniperus communis* L., *Pinus nigra* Arn., *Pinus pallasiana* Lamb. Пункт 5. Ботаніко-географічний регіон «Кавказ», в цій ділянці пропонуємо встановити лаву для короткочасного відпочинку і повторення рослин. *Abies concolor* (Gordon) Lindl. ex Hildebr., *Abies nordmanniana* (Steven) Spach., *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco., *Picea abies* (L.) H. Karst., *Metasequoia glyptostroboides* Hu & W.C.Cheng, *Pinus sosnowskyiy* Nakai. Пункт 6. Ботаніко-географічний регіон «Сибір» *Picea obovata* Ledeb., *Picea rubra* (Du Roi) Link., *Pinus sibirica* Du Tour., *Pinus wallichiana* A.B. Jacks., Пункт 7. Ботаніко-географічний регіон «Далекий Схід» де студенти зможуть ознайомитися із *Abies holophylla* Maxim. Пункт 8. Ділянка головного входу в дендропарк, *Picea engelmannii* Parry ex Engelm., *Juniperus sabina* L., *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco., *Metasequoia glyptostroboides* Hu & W.C. Cheng. Маршрут протяжністю 2,0 км закінчується біля навчального корпусу коледжу.

Обговорення отриманих результатів. Дендрологічні парки є природоохоронними установами, в їх завдання входить створення спеціальних колекцій рослин в цілях збереження і збагачення рослинного різноманіття світу, а також здійснення наукової, навчальної та просвітницької діяльності. Території дендрологічних парків призначаються тільки для виконання їх прямих задач, при цьому земельні ділянки передаються у безстрокове (постійне) користування дендрологічним паркам, ботанічним садам, а також науково-дослідним або освітнім установам, віданні яких перебувають дендрологічні парки. Територіальні системи дендропарків характеризується високим показником естетичної привабливості, наявністю рідкісних представників флори та фауни, унікальних геоморфологічних структур, цінних пам’яток природи і просто ландшафтних комплексів. Невід’ємним елементом будь якого дендрологічного парку, незалежно від профілю його діяльності, є експозиційні ділянки (колекції рослин). Березнівський дендрологічний парк відноситься до середніх за розмірами дендропарків, із ландшафтним стилем планування на території антропогенного ландшафту, за ботаніко-географічним принципом, та

систематичним принципом, без врахування екологічного принципу. Нами виявлено, що більшість досліджуваних дендропарків, за основу організації території використовують зонування території за експозиційними зонами, проте деякі дендропарки мають функціональне зонування. Березнівський дендрологічний парк створений за ботаніко-географічним та систематичним принципами, за експозиційним зонуванням території. Нами встановлено, що дендропарк слугує базою науково-дослідницьких робіт із введення на Рівненщину та в Українське Полісся видів деревних рослин, різновидів і форм автохтонної та інтродукованих дендрофлори, що є цінними для зеленого будівництва і лісового господарства і медицини. Насадження дендропарку є еталоном для порівняння та перевірки видового складу деревних рослин, які впроваджуються в зелене будівництво і лісове господарство. Таким чином результатами наших досліджень було доведено, що Березнівський дендрологічний парк – унікальна перлина Західного Полісся України, а його унікальна територія має резерви щодо її організації та удосконалення.

Висновки.

1. Дослідженнями виділено 11 ознак, за якими можна класифікувати дендропарки: розмірами, стилем планування, власністю, підпорядкованістю до установи, архітектурно-ландшафтною структурою, характером діяльності, типами експозицій, принципом розміщення експозицій, цінністю об’єктів та інше. Встановлено, що переважають дендропарки середні за розмірами, за ботаніко-географічним принципом розміщення експозицій, ландшафтні – за стилем планування, за функціями – наукові та науково-дослідні.

2. Встановлено, що організація дендропарків зводиться до певної нормативно визначеної дії – територіального планування (землевпорядкування). Територіальна організація є важливим елементом для подальшого раціонального функціонування та розвитку дендропарків.

3. Доведено, що одним із важливих факторів для територіальної організації дендрологічних парків є зонування. Березнівський дендрологічний парк – штучно створений парк за ботаніко-географічним та систематичним принципами, де проведено зонування відповідно до експозицій.

4. Проаналізувавши територіальну організацію Березнівського дендрологічного парку пропонуємо провести функціональне зонування території та виділити такі зони: наукову (15 % від загальної площі дендропарку – територія розсадника, теплиць та частина ділянки вербових), заповідну (5 % – ділянка збірних екзотів), адміністративно-господарську зону (5 %) – об’єкти адміністративного призначення, експозиційну – (75 %).

5. За результатами досліджень на території Березнівського дендропарку запропоновано створити два маршрути: спеціалізований навчальний (для

студентів та учнів шкіл) екологічний маршрут протяжністю 2,0 км (1 година 20 хвилин), що має дев'ять зупинок та рекреаційно-екологічний маршрут протяжністю 2,2 км (1 година 30 хвилин), призначений для мешканців та туристів міста Березне, який має 11 зупинок. Для більшої інформативності на маршрутах екологічних стежок слід встановити інформаційні щити, лави, столи, альтанки.

References

1. Velchevava L. H. (2010). №5. Navchalna ekolohichna stezhka «Dyvosvit navkolo nas» yak zasib profesiinoi pidhotovky studentiv do vykladannia biolohii ta ekolohii u zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladakh. 35-42. [in Ukrainian].

2. Hrychuk M. O. (2013). Struktura dendroparkiv Ukrainy. 15-16. [in Ukrainian].

3. Dzyba, A. A. Modelna ekolohichna stezhka parku pamiatky sadovo-parkovoho mystetstva «Bairak: veb-sait. URL:http://nltu.edu.ua/nv/Archive/2016/26_7/12.pdf [in Ukrainian].

4. Dzyba, A. A. (2013). Terrytoryalnaia orhanyzatsyia park-pamiatnyka sadovo-parkovoho yskusstva «Kochubeevskyi». 111–114. [in Ukrainian].

5. Dzyba, A. A. Osobennosty klassyfykatsyy pryrodookhrannыkh terrytoryi Belarusy, Ukrayny, Rossyy. veb-sait. URL: http://science-bsea.bgita.ru/2013/les_komp_2013/dsyba_osob.htm [in Ukrainian].

6. Didukh Y. T. (2000). Ekolohichna stezhka (metodyka, orhanizatsiia, kharakterystyka modelnoi stezhky «Lisnyky». 87. [in Ukrainian].

7. Zakon Ukrainy: veb-sait. URL: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/term/6076

8. Kataloh derevnykh roslyn Bereznivskoho derzhavnoho dendrolohichnoho parku: dovidkovyi posibnyk. (2009). 47. [in Ukrainian].

9. Korotun S. I. (2016). Osoblyvosti vykorystannia pryrodookhoronnykh terytorii u turystychnii dialnosti Ukrainy i respubliky Polshcha 163-170. [in Ukrainian].

10. Kurdiuk O. M. (2015). Taksonomichnyi sklad ta struktura nasadzhen dendrolohichnoho parku Bereznivskoho lisovoho koledzhu. 168-175. [in Ukrainian].

11. Metodyka stvorennia ekolohichnoi stezhky sadu: veb-sait. URL: http://www.oencum.if.ua/files/Metod_SES_2011.pdf [in Ukrainian].

12. Popovych S. Yu. (2011). Zapovidne parkoznavstvo 320. [in Ukrainian].

13. Poniattia pro terytorialnu orhanizatsiiu: veb-sait. URL: http://manyava.org/publ/prirodno_zapovidna_sprava/prirodno_zapovidna_sprava/ponjattja_pro_teritorialnu_organizaciju_prirodno_zapovidnogo_fondu/27-1-0-337# [in Ukrainian].

14. Pryrodno-zapovidnyi fond Bereznivskoho raionu: veb-sait. URL: http://berezne.libr.rv.ua/kids/zapovidnyk.html. [in Ukrainian].

15. Semeniuk, D. S. (2017). Porivnialnyi analiz funktsionuvannia natsionalnykh pryrodnykh parkiv dvokh krain: Polshchi ta Ukrainy. URL: http://ep3.nuwm.edu.ua/6605/ 144-146. [in Ukrainian].

16. Shpuliar S. B. (2011). Metodyka stvorennia ekolohichnoi stezhky. 27. [in Ukrainian].

A. A. Dzyba, M. P. Gavrilyuk, L. O. Kovalchuk
[1]NULES, Kyiv, Ukraine,
[2]VSP "BLTFC NUVHP", Berezne, Ukraine,
[3]Malyn Applied College, Hamarnia, Zytomyr region, Ukraine

TERRITORIAL ORGANIZATION OF THE BEREZNIVSKYI DENDROPARK

The problems of ecology, nature protection, preservation and increase in biodiversity of the environment, which are becoming more and more urgent in the conditions of military aggression, are highlighted. The main social trends in the development of the Bereznivskyi Dendrological Park are analyzed in terms of the formation of ecological consciousness and ecological culture as a component of the ethnos of the modern Ukrainian mentality, which is a formative basis for the formation and development of European values in modern Ukraine. The ecologically-forming role of the Bereznivskyi Dendropark as a value-forming ecological pearl of the West Polissia zone of Ukraine has been confirmed. It has been proven that the Bereznivskyi Dendrological Park is an ecological center for the education of civil ecological consciousness and the formation of ecological culture in modern citizens of Ukraine, as well as nature conservation approaches to the preservation and reproduction of the nature of the native land. It has been established that the Berezniv Dendrological Park is a territory where various types of plants are cultivated, including rare ones. It was highlighted that the Bereznivskyi Dendropark in its unique structure is exactly the corner where you can appreciate the unique creativity of Mother Nature, next to which beautiful decorative structures, sculptures, artificial reservoirs are created. The environmental protection, educational, social-formative, recreational value of the Bereznev dendrological park in the aspect of sustainable development of the urbanized areas of the city of Berezne was evaluated.

Key words: *arboretum, territory, organization, nature, rare species, recreation, protection, environment, sustainable development, structure.*

УДК 338.31:630*721

І. М. Жежкун[1], А. С. Торосов[1], А. О. Калашніков[1]

[1] Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, м. Харків, Україна

ЗАГОТІВЛЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОДУКЦІЇ КРУГЛОГО ЛІСУ В УКРАЇНІ ПІД ЧАС ШИРОКОМАСШТАБНОЇ РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ

Ринок деревини в Україні, крім кліматичних проблем та нестабільного стану природного середовища, зараз відчуває негативний вплив двох нових факторів: військових дій, та складнощів, що виникли у 2021-2022 рр. під час організаційного реформування управління державного сектора лісогосподарської галузі. Попереднє оцінити загальне економічне становища суб'єктів внутрішнього ринку деревини країни можна через аналіз динаміки обсягів заготівлі та реалізації круглого лісу – основного сировинного ресурсу для комплексу деревообробних та інших галузей. Отже для вивчення динаміки цих показників у 2021-2022 р. та виявлення тенденцій пропозиції та попиту на ринку деревини України використовували методи абстрактно-логічного, логіко-якісного, системно-структурного, порівняльного та економіко-статистичного аналізу, синтезу, табличного та графічного моделювання. Вхідною інформацією для аналізу слугували законодавчі акти України, звітні матеріали Державного агентства лісових ресурсів України, матеріали Державної служби статистики України та Інтернет-ресурсів, а також наукові публікації. Наведено дані щодо нерівномірного територіального розміщення деревних ресурсів в Україні, де наприклад, 35 % (8 областей) знаходиться у майже безлісної Степовий природній зоні, що обумовлює диференціацію лісоресурсного потенціалу України за природними зонами (Полісся, Лісостеп, Степ, Карпати). Розглянуті сучасні механізми придбання продукції ділового круглого лісу та паливної деревини від державних та комунальних лісогосподарських підприємств різними групами споживачів. З'ясовано, що військові дії у 2022 р. негативно позначились в Україні на обсягах заготівлі ділового круглого лісу (зниження на 9,5 %), особливо хвойних порід (зменшення на 28,3 %) та навпаки, призвели до зростання заготівлі паливної деревини (на 2,8 %).

Однак, у межах природних зон найбільше падіння обсягів заготівлі круглого лісу у 2022 р. відбулось у Степовий природній зоні – 37,9 %, у Лісостепу воно становило 11,3 %, у Поліссі – 9,6 %, а підвищення на 0,4 % визначено лише у Карпатському регіоні, де не проходили бойові дії.

Наголошено на кореляції між показниками зниження обсягів заготівлі круглого лісу в Україні у 2022 р. та площ тимчасово окупованих територій Півдня та Сходу України (біля 1 млн. га або 10,0 % від площі лісового фонду країни).

[1]**Жежкун Ірина Миколаївна,** канд. екон. наук, ст. наук. співробітник, лабораторія економіки. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, м. Харків, Україна. E-mail: zhezhkun.iruna@gmail.com; https://orcid.org/0000-0001-5314-7557;

[1]**Торосов Артем Сергійович,** канд. екон. наук, ст. наук. співробітник, завідувач лабораторії економіки. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, м. Харків, Україна. E-mail: torosov@uriffm.org.ua; https://orcid.org/0000-0001-7694-6773;

[1]**Калашніков Андрій Олегович,** канд. екон. наук, ст. наук. співробітник, лабораторія економіки. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, м. Харків, Україна. E-mail: kalashnickov@uriffm.org.ua; https://orcid.org/0000-0002-1164-2119.

Також в результаті цього дослідження встановлено, що збільшення вартості реалізації продукції круглого лісу в Україні у 2022 р. на 5,4 % % обумовлене лише її здорожчанням в середньому на 23,9 % за скорочення фізичних обсягів продажів на 14,9 %. Крім того, в перерахунку на дол. США у 2022 р. вартість реалізованої продукції круглого лісу в Україні на відміну від оцінки в національній валюті зменшилась до рівня попереднього року на 11,1 %, що свідчить про фінансово-економічні проблеми лісогосподарської галузі. Головною причиною скорочення обсягів реалізації ділового круглого лісу на внутрішньому ринку деревини України у 2022 р. майже на 15 % визначено зменшення попиту з боку деревообробної галузі, яка втратила впродовж року до 50 % від довоєнної кількості підприємств. Виявлені у дослідженні негативні тенденції в динаміці 2021-2022 рр. обсягів лісозаготівель та продажів ділового круглого лісу в Україні будуть враховані у сценарному прогнозі ринку деревини.

Ключові слова: *динаміка; воєнний стан; природні зони; структура; вартість продукції; ділова та паливна деревина.*

Вступ. Кліматичні проблеми, стан природного середовища, військові дії – основні проблеми сучасності, які безпосередньо впливають на екологію, економіку та сталий розвиток підприємств лісового господарства України [14]. Повномасштабне вторгнення Російської Федерації спричинило, поміж іншим, значний негативний вплив на економіку лісогосподарської та деревообробної галузей України. Лісові ресурси України, які внаслідок бойових дій зазнали чи не найбільших втрат, є одними із головних фундаментів національної екосистеми [16]. Україна не має суттєвих резервів з швидкого збільшення обсягів ресурсного потенціалу деревини [13] та відзначається дуже нерівномірним його розміщенням за природними зонами, де 35 % території (8 областей) – це майже безлісний Степ [12]. Тому питання пошуку резервів збільшення обсягів заготівлі деревини без шкоди для довкілля та формування ефективного і справедливого механізму розподілу дефіцитного для стабільних умов функціонування економіки деревного ресурсу між потенційними покупцями залишаються актуальними для України впродовж тривалого часу.

Завдання дослідження – вивчити динаміку обсягів заготівлі та реалізації продукції круглого лісу в Україні за підсумками першого року воєнного стану відносного довоєнного періоду, їхні регіональні відмінності для подальшого прогнозування розвитку лісогосподарської та ресурсно пов’язаних з нею галузей економіки.

Об'єкт дослідження – виробнича діяльність лісогосподарської галузі України як постачальника продукції круглого лісу для вітчизняних споживачів.

Предмет дослідження – динаміка та структура заготівлі та реалізації продукції круглого лісу підприємствами лісового господарства у перший рік дії воєнного стану в Україні.

Наукова новизна дослідження полягає у оцінюванні впливу військових дій в Україні на масштаби лісозаготівельної діяльності у лісогосподарській галузі за регіонами (областями та природними зонами).

Практична значущість визначається отриманими аналітичними даними для подальшого використання в прогнозуванні обсягів пропозиції та споживання круглого лісу на внутрішньому ринку деревини України.

Матеріал та методи дослідження. Інформаційну базу дослідження становили законодавчі акти України, звітні матеріали Державного агентства лісових ресурсів України (ДАЛРУ), статистичні матеріали Державної служби статистики України та Інтернет-ресурсів, а також наукові публікації в журналах та наукових періодичних виданнях з відповідної проблематики.

Дослідження проводили на основі загальнонаукових методів та прийомів: логіко-якісного аналізу та синтезу – при обґрунтуванні теоретичних підходів до вивчення річної динаміки та відмінностей за природними зонами України масштабів заготівлі продукції круглого лісу лісогосподарською галуззю, а також її розподілу між групами споживачів; системно-структурного аналізу – під час аналізу поточного стану заготівлі та реалізації продукції круглого лісу в Україні; порівняльного аналізу – при порівнянні стану з виробництвом продукції круглого лісу в державі до і під час бойових дій; економіко-статистичного аналізу – при обробленні статистичних даних за оцінки кількісної залежності показників виробництва та реалізації продукції круглого лісу; табличного та графічного моделювання – для наочності та зручності відображення інформації під час аналізу; абстрактно-логічного аналізу – при наданні теоретичних узагальнень та формулюванні висновків.

Аналіз літературних джерел. Заготівля та реалізація продукції круглого лісу є важливими показниками, що характеризують ринок деревини. Сучасну проблематику ринку деревини вивчали багато вітчизняних науковців, зокрема, С. Бегун, М. Бублик, І. Гужва, С. Іщук, І. Лицур, Н. Попадинець, Л. Черник, М. Шершун, П. Яворський. Регіональну структуру ринку деревини в Україні у передвоєнний період досліджували автори статті [17]. Однак, незважаючи на фаховий рівень та кількість публікацій науковців, залишається недостатньо вивченим питання впливу військових дій на внутрішній ринок деревини України, в т.ч. і на динаміку пропозиції (обсягів заготівлі) та попиту (обсягів та вартості реалізації) продукції круглого лісу.

Обсяги заготівлі деревини в Україні обмежуються розрахунковою лісосікою, яка встановлюється лісовпорядкуванням для кожного лісогосподарського підприємства виходячи з його лісоресурсної бази та діючих норм законодавства. Заготівлю круглого лісу в Україні здійснюють на площі земель лісового фонду лісогосподарські підприємства державної (73,0 %),

комунальної (13 %) власності, підпорядковані Міноборони (1 %), іншим відомствам (6 %). Ще 7 % площ земель лісового фонду в Україні наразі не надані у користування [2]. Попит на продукцію ділового круглого лісу формують підприємства деревообробної галузі та військові підрозділи ЗСУ, а на паливну деревину – населення, органи самоврядування та організації соціальної сфери сільської місцевості. Вся продукція ділового круглого лісу, яка легально заготовлюється державними лісогосподарськими підприємствами України та є сировиною для деревообробної галузі, зараз згідно [4, 5] реалізується виключно на організованому товарному ринку, тобто на електронних торгах на двох ліцензованих біржах, де встановлюються ціні реалізації та обсяги постачання покупцям певної номенклатури продукції. Позабіржова торгівля передбачена для фізичних осіб при закупівлях паливної деревини, а для ділової продукції круглого лісу зберігається можливість такої реалізації (за прямими договорами та зазвичай, порівняно нижчими за аукціонні цінами) для комунальних лісогосподарських підприємств (агролісгоспів). На думку фахівців позабіржова торгівля ділової деревиною в Україні пов'язана зі значними корупційними ризиками та призводить до суттєвого заниження доходів комунальних підприємств та місцевих громад від податкових надходжень [11]. Значні економічні збитки (недоотриманий дохід) лісогосподарській галузі та екологічну шкоду в України надає нелегальна заготівля деревини під час самовільних рубок. Лише виявлені їхні обсяги у підприємств, підпорядкованих ДАЛРУ, становили: 54,3 тис. м^3 у 2020 р., 25,8 тис. м^3 у 2021 р. та на підконтрольних територіях 20,6 тис. м^3 у 2022 р. [9].

Результати та обговорення отриманих результатів. Широкомасштабні військові дії, що розпочались в Україні 24.02.2022 р., обмежили як обсяги пропозиції ділового круглого лісу через окупацію територій на Сході та Півдні країни, замінування лісів на Півночі, так і попиту завдяки зменшенню майже на 50 % кількості вітчизняних деревообробних підприємств [1]. Результатом цих двох процесів й постала негативна динаміка у 2022 р. фізичних обсягів заготівлі та реалізації продукції круглого лісу (рис. 1-4, табл. 1-2).

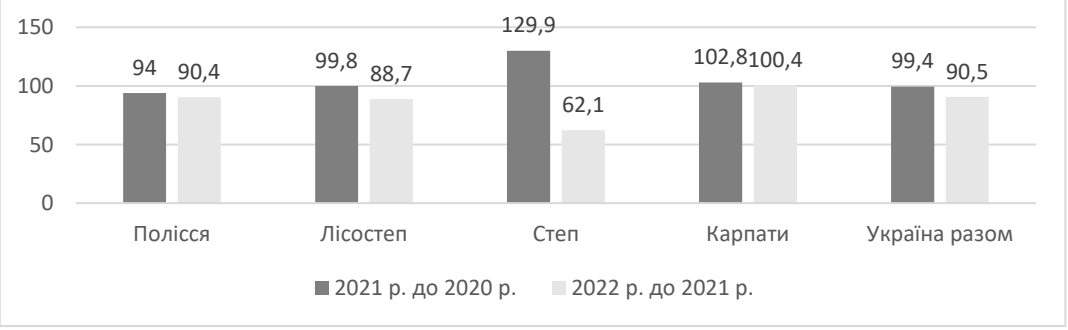


Рис. 1. Річна динаміка (%) обсягів заготівлі круглого лісу за природними зонами України

Таблиця 1

Динаміка заготівлі круглого лісу за областями та природними зонами України

	Обсяги заготівлі за роками, тис. м^3			Темпи змін, %	
	2020 р.	2021 р.	2022 р.	2021 до 2020	2022 до 2021
Полісся					
Волинська	1202,9	1040,1	1177,1	86,5	113,2
Житомирська	2876,0	2710,5	2410,3	94,2	88,9
Рівненська	1470,7	1431,0	1423,2	97,3	99,5
Чернігівська	1568,1	1568,5	1094,7	100,0	69,8
Разом	*7117,7*	*6750,1*	*6105,3*	*94,0*	*90,4*
Лісостеп					
Вінницька	584,2	579,5	651,4	99,2	112,4
Київська	1728,5	1611,1	1248,9	93,2	77,5
Полтавська	373,4	375,7	336,6	100,6	89,6
Сумська	1002,1	994,9	820,8	99,3	82,5
Тернопільська	244,9	257,9	276,0	105,3	107,0
Харківська	459,6	507,6	259,5	110,4	51,1
Хмельницька	649,3	710,2	753,5	109,4	106,1
Черкаська	785,7	782,0	815,7	99,5	104,3
Разом	*5827,7*	*5818,9*	*5162,4*	*99,8*	*88,7*
Степ					
Дніпропетровська	67,2	69,5	66,7	103,4	96,0
Донецька	52,7	53,4	17,5	101,3	32,8
Запорізька	17,9	16,4	2,4	91,6	14,6
Кіровоградська	180,0	193,0	237,5	107,2	123,1
Луганська	176,2	315,2	34,7	178,9	11,0
Миколаївська	22,4	22,3	32,5	99,6	145,7
Одеська	34,1	54,4	83,4	159,5	153,3
Херсонська	49,1	54,9	9,4	111,8	17,0
Разом	*599,6*	*779,1*	*484,1*	*129,9*	*62,1*
Карпати					
Закарпатська	840,3	822,2	783,9	97,8	95,3
Ів-Франківська	831,4	815,3	820,5	98,1	100,6
Львівська	1015,9	1129,3	1235,1	111,2	109,4
Чернівецька	540,4	552,0	493,8	102,1	89,5
Разом	*3228,0*	*3318,8*	*3333,3*	*102,8*	*100,4*
Всього Україна	**16773,0**	**16666,9**	**15085,1**	**99,4**	**90,5**

Джерело: [4] Заготівля круглого лісу по регіонах (2000-2022). Сайт Державної служби статистики України.

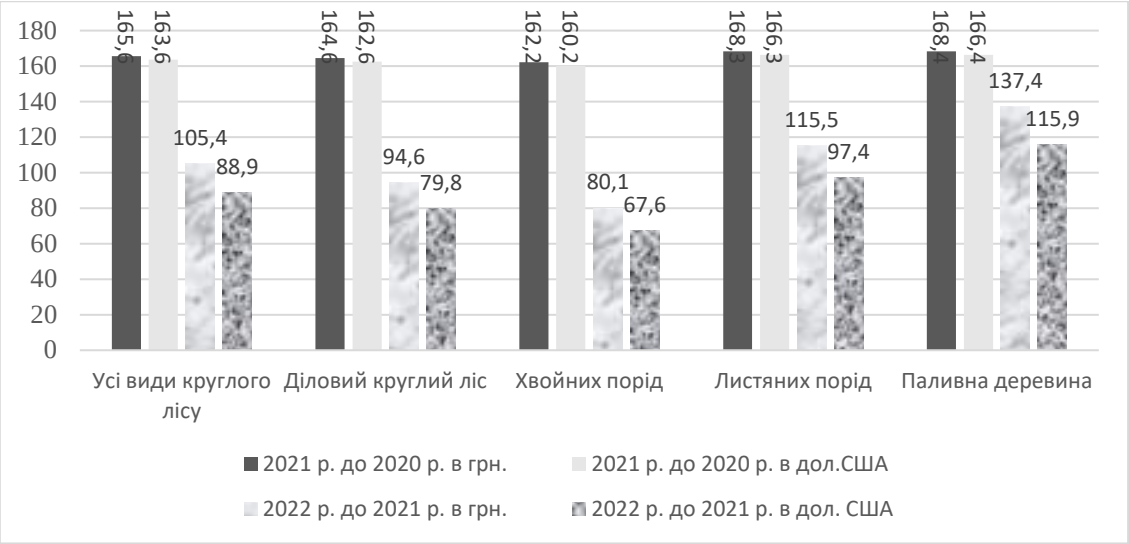


Рис. 2. Річна динаміка (%) вартості реалізації видів лісової продукції в межах України в національній валюті та в перерахунку на дол. США

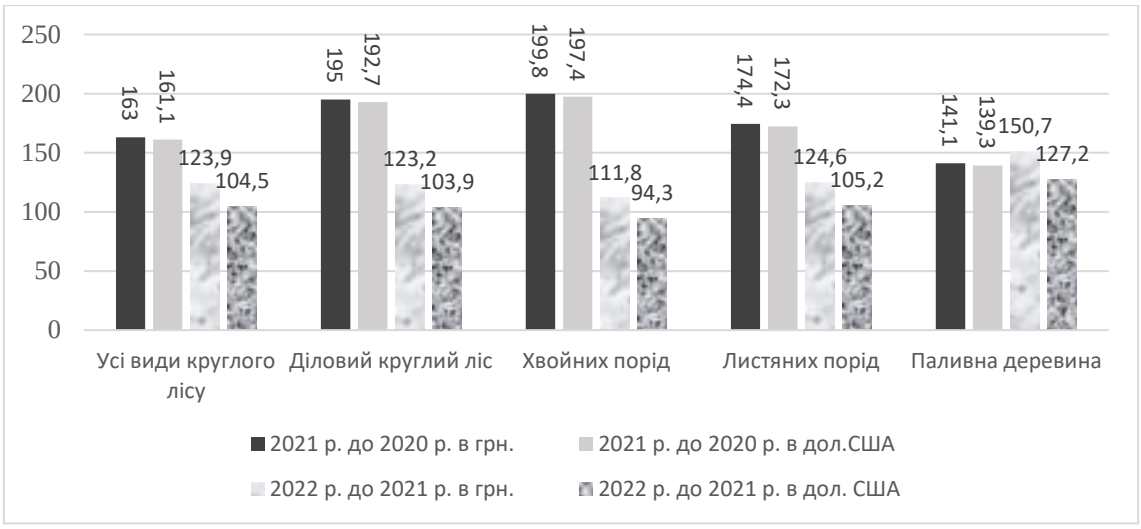


Рис. 3. Річна динаміка (%) середньої ціни реалізації 1 м^3 лісової продукції в межах України в національній валюті та в перерахунку на дол. США

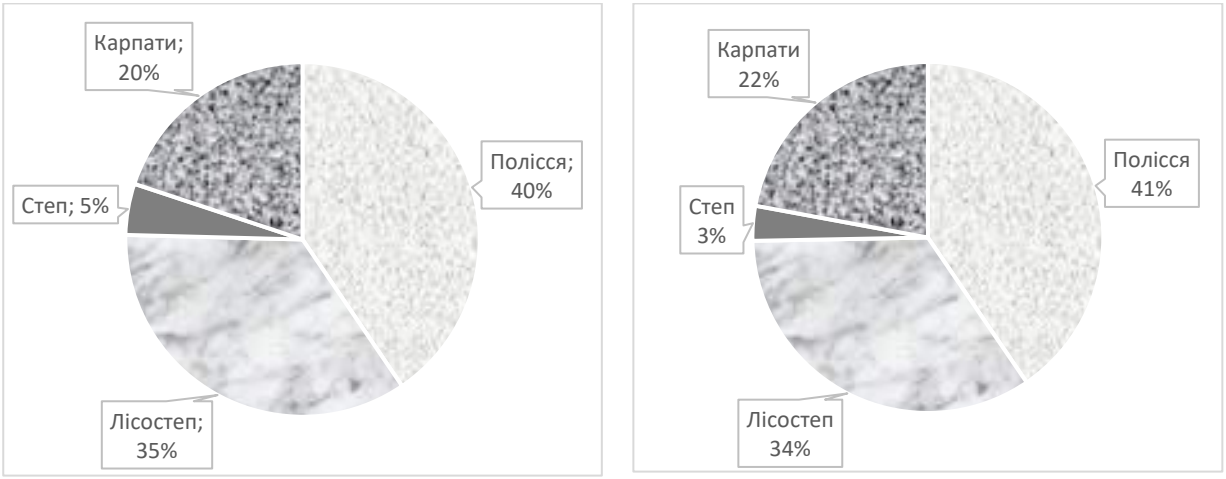


Рис. 4. Зміни в структурі фізичних обсягів заготівлі круглого лісу за природними зонами України у 2021 р. та 2022 р., %

Таблиця 2

Динаміка обсягів заготівлі та реалізації лісової продукції в межах України за видами, тис. м^3
(Обсяги заготівлі – чисельник, обсяги реалізації – знаменник)

Вид лісової продукції	Показники за роками			Темпи змін за роками, %	
	2020	2021	2022	2021 до 2020	2022 до 2021
Усі види круглого лісу	16773,0 15124,0	16666,9 15360,1	15085,1 13067,6	99,4 101,6	90,5 85,1
Діловий круглий ліс	8996,3 7703,1	8214,8 6502,0	6395,8 4992,0	91,3 84,4	77,9 76,8
- хвойних порід	7343,8 6068,3	6552,4 4924,7	4823,3 3530,6	89,2 81,2	73,6 71,7
- листяних порід	1652,5 1634,8	1662,4 1577,3	1572,5 1461,4	100,6 96,5	94,6 92,7
Паливна деревина	7776,7 7420,9	8452,1 8858,1	8689,3 8075,6	108,7 119,4	102,8 91,2

Джерело: [3] Заготівля деревини за видами лісової продукції (2010-2022); [10] Реалізація лісової продукції в межах України за видами у 2020, 2021, 2022 роках. Сайт Державної служби статистики України

До початку широкомасштабної російської агресії проти України динаміка обсягів заготівлі круглого лісу в державі була порівняно стабільною (99,4 % у 2021 р. до позначки 2020 р.), ніж у 2022 р. (90,5 % до показнику 2021 р.) (рис. 1). У передвоєнний 2021 рік у більшості природних зон України (крім Полісся, де зменшення становило 6,0 %) спостерігалась стабілізація (Лісостеп – 99,8 %) або збільшення (Степ – на 29,9 % та Карпати – на 2,8 %) обсягів заготівлі продукції круглого лісу відносно попереднього року. Під час воєнного стану у 2022 р. ситуація залишилась стабільною лише у Карпатському регіоні, де відбулось незначне (на 0,4 %) збільшення обсягів заготівлі круглого лісу стосовно рівня попереднього року. В решті природних зон України, навпаки, спостерігалось помітне зменшення обсягів заготівлі продукції круглого лісу: на 9,6 % у Поліссі, на 11,3 % у Лісостепу та на 37,9 % у Степу відповідно (див. рис. 1). Динаміка падіння обсягів заготівлі круглого лісу в Україні у 2022 р. корелює з масштабами тимчасової втрати контролю над територіями через окупацію або обмеження доступу до лісових ділянок внаслідок бойових дій (близько 1 млн. га, або 10 % з 10,4 млн. га лісів) та мінування (690 тис. га) [9].

За регіонами України негативна динаміка обсягів заготівлі продукції круглого лісу поширилась у 2022 р. на 14 (58,3 %) областей проти 11 (45,8 %) областей у 2021 р. (див. табл. 1). Найзначніші темпи зменшення обсягів заготівлі продукції круглого лісу у 2022 р. відбулись в областях, де лісогосподарські підприємства тимчасового призупинили господарську діяльність із-за бойових дій. Таких підприємств, що підпорядковані ДАЛРУ станом на 16.06.2023 р. було

20: 2 - у Донецькій, 3 – у Запорізькій, 7 – у Луганській, 2 - у Харківській та 6 – у Херсонській областях [8]. Зниження обсягів заготівлі круглого лісу у 2022 р. відносно 2021 р. становило: у Луганській – на 89,0 %, у Запорізькій – на 85,4 %, у Херсонській – на 83,0 %, у Донецькій – на 67,2 %, у Харківській – на 48,9 %, у Чернігівській – на 30,2 %, у Київській – на 22,5 % та у Сумській – на 17,5 % (див. табл. 1). Найвищі темпи збільшення обсягів заготівлі продукції круглого лісу у 2022 р. були у трьох областях Степової природної зони: у Одеській – 53,3 %, Миколаївській – 45,7 %, Кіровоградській – 23,1 %. У Поліссі кращі показники зростання обсягів заготівлі продукції круглого лісу спостерігались на Волині (13,2 %), у Лісостеповий природній зоні – у Вінницькій області (12,4 %), у Карпатському регіоні – на Львівщині (9,4 %).

На відміну від негативної динаміки обсягів заготівлі круглого лісу вартість його реалізації в національній валюті у 2022 р. порівняно із 2021 р., навпаки, збільшилась на 5,4 % (див. рис. 2). Однак, з врахуванням падіння під час військових дій купівельної спроможності та курсу гривни (в середньому у 2022 р. на 18,5 %) у перерахунку на дол. США [7] вартість реалізації круглого лісу в межах України у 2022 р. до 2021 р. зменшилась на 11,1 % (див. рис. 2). Отже, збільшення обсягів номінальної грошової виручки (в грн.) від реалізації круглого лісу в межах України у 2022 р. відбулось лише завдяки удорожчанню продукції (в середньому на 23,9 % у національній валюті та на 4,5 % у перерахунку на дол. США), а не розширення виробництва (обсягів заготівлі лісу), що вказує на фінансово-економічні проблеми в лісогосподарській галузі (див. рис. 3).

Військові дії у 2022 р. майже не вплинули на структуру обсягів заготівлі круглого лісу в Україні за природними зонами відносно попереднього 2021 р.: коливання їхньої частки у сумарному обсязі становило лише 1-2 % (див. рис. 4).

У 2021 році динаміка фізичних обсягів заготівлі круглого лісу (зменшення на 0,6 %) та обсягів його реалізації (збільшення на 1,6 %) суттєво не відрізнялися (див. табл. 2). У 2022 р. під час воєнного стану, рівень фізичних обсягів реалізації круглого лісу знизився значніше (на 14,9 %), порівняно із заготівлею (на 9,5 %), що свідчить про суттєве зменшення в країні попиту на продукцію круглого лісу вітчизняними деревообробниками.

Отже, характерною тенденцією динаміки впродовж 2021-2022 рр. є суттєве падіння фізичних обсягів реалізації продукції круглого лісу. Особливо це стосується хвойних порід – у порівнянні із 2020 р. зменшення становило 18,8 % (2021 р.) та у 2022 р. - 41,8 %. Фізичні обсяги реалізації продукції ділового круглого лісу листяних порід в аналізовані роки були значно меншими (див. табл. 2). Отже, слід зазначити, що скорочення фізичних обсягів реалізації продукції ділового круглого року почалось в Україні ще у передвоєнний 2021 рік та продовжилось під час воєнного стану. На відміну від ділового круглого лісу

фізичні обсяги реалізації паливної деревини в Україні у 2021-2022 рр. зростали відносно рівня 2020 р. (табл. 2), що свідчить про поступове збільшення в Україні значущості деревних ресурсів, як відновлювальних джерел енергії.

Висновки. Внаслідок збройної агресії Російської Федерації економіці лісового господарства України завдано значних збитків, що обумовлено, зокрема недотриманням доходів через суттєве скорочення обсягів реалізації ділового круглого лісу. У 2022 році фізичні обсяги реалізації продукції круглого лісу скоротились на 15 %, а збільшення її вартості на 5,4 % обумовлено лише зростанням цін на лісоматеріали в середньому на 24 %. Проте, оцінювання обсягів реалізації продукції круглого лісу у еквіваленті до дол. США свідчить про зниження її вартості відносно рівня попереднього року на 11%. Найбільшими темпами падіння обсягів заготівлі продукції круглого лісу в Україні у 2022 р. відрізнялись області Степової (на 37,9 %) та Лісостепової (на 11,3 %) природних зон, де відбувались бойові дії. Зниження пропозицій та попиту на продукцію круглого лісу в Україні, особливо ділового хвойного лісу, має та за такою тенденцією матиме негативні фінансово-економічні наслідки для лісового господарства країни. Не сприяє доходності лісогосподарської галузі і кризовий стан деревообробної галузі зі скороченням кількості вітчизняних підприємств майже на половину. Визначені тенденції в динаміці 2021-2022 рр. обсягів лісозаготівель та реалізації продукції круглого лісу в Україні буде враховано при сценарному прогнозуванні ринку деревини для різних моделей економічного розвитку країни.

References

1. Zvit pro vykonannia Stratehii reformuvannia systemy upravlinnia derzhavnymy finansamy za period liutyi 2017 r.- hruden 2019 r.

2. Zvity reitynhu Doing business 2016-2020.

3. Zvit pro vykonannia Planu roboty Derzhavnoi fiskalnoi sluzhby Ukrainy na 2016 rik.

4. Zvit Derzhavnoi fiskalnoi sluzhby Ukrainy za 2017 rik.

5. Zvit Derzhavnoi fiskalnoi sluzhby Ukrainy za 2018 rik.

6. Popova V.V. Udoskonalennia strukturno-orhanizatsiinoi modeli podatkovoi polityky v umovakh yevrointehratsii. Ekonomika. Finansy. Pravo. 2016. Vyp.11. s 15-18.

7. Ministerstvo finansiv Ukrainy URL: https://mof.gov.ua/uk/news/minfin_verkhovna_rada_ukraini_

8. Biznes Tsenzor. Ukraina i Turechchyna domovylys pro spivpratsiu u podatkovii ta mytnii sferakh URL:: https://biz.censor.net/n3313989

9. Minfin URL: index.minfin.com.ua

I. N. Zhezhkun, A. S. Torosov, A. O. Kalashnikov

[1]Ukrainian Research Institute Forestry And Agromelioration named after H. M. Vysotskiy, Kharkiv, Ukraine

PROCUREMENT AND IMPLEMENTATION OF ROUNDWOOD PRODUCTS IN UKRAINE DURING THE LARGE-SCALE RUSSIAN AGGRESSION

The wood market in Ukraine, in addition to climate problems and the unstable state of the natural environment, is now experiencing the negative impact of two new factors: military actions, and difficulties that arose in 2021-2022 during the organizational reform of the management of the State Forestry sector. It is possible to preliminarily assess the general economic situation of the subjects of the domestic wood market of the country through the analysis of the dynamics of the volumes of harvesting and sale of roundwood - the main raw material resource for the complex of woodworking and other industries. Consequently, to study the dynamics of these indicators in 2021-2022 and to identify supply and demand trends in the wood market of Ukraine the methods of abstract-logical, logical-qualitative, system-structural, comparative and economic-statistical analysis, synthesis, of tabular and graphic modeling. The input information for the analysis was legislative acts of Ukraine, reporting materials of the State Agency of Forest Resources of Ukraine, materials of the State Statistics Service of Ukraine and of Internet resources, as well as scientific publications. Data presented on the uneven territorial distribution of wood resources in Ukraine, where, for example, 35% (8 regions) located in the almost treeless Steppe natural zone, which causes the differentiation of the forest resource potential of Ukraine by natural zones (Polyssia, Forest Steppe, Steppe, Carpathians). Modern mechanisms of purchase of business roundwood products and wood fuel from state and communal forestry enterprises by various groups of consumers considered. It found that the military actions in 2022 had a negative impact in Ukraine on the volume of harvest of industrial roundwood (decrease by 9.5%), especially conifers (decrease by 28.3%) and, conversely, led to an increase in the harvest of wood fuel (by 2.8%). However, within the boundaries of natural zones, the largest decrease in the volume of roundwood harvesting in 2022 occurred in the Steppe natural zone - 37.9%, in the Forest Steppe it was 11.3%, in Polissia - 9.6%, and an increase on 0.4 % determined only in the Carpathian region, where no hostilities took place. The correlation between the indicators of the decrease in the volume of roundwood harvesting in Ukraine in 2022 and the area of the temporarily occupied territories of the South and East of Ukraine (about 1 million hectares or 10.0% of the area of the country's forest fund) emphasized. Also, as a result of this study, it established that the increase in the value of sales of roundwood products in Ukraine in 2022 by 5.4% is due only to its increase in price by an average of 23.9% with a reduction of physical amoun of sales by 14.9%. Moreover, in terms of dollars of the USA, in 2022, the value of the sold roundwood products in Ukraine, in contrast to the estimate in national currency, decreased to the level of the previous year by 11.1%, which indicates the financial and economic problems of the forestry industry. The main reason for the reduction in the volume of sales of industrial roundwood on the domestic wood market of Ukraine in 2022 by almost 15% determined to be a decrease in demand from the woodworking industry, which lost up to 50% from the pre-war number of enterprises during one year. The negative trends revealed in the research in the dynamics of 2021-2022 volumes of logging and sales of industrial roundwood in Ukraine will be taken into account of the scenario forecast of the wood market.

Key words: *dynamics; martial law; natural areas; cost of products; industrial roundwood and wood fuel.*

УДК 630*232:631.8:630(477.41)

І. В. Кімейчук[1], С. В. Горновська[1]

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ ТА ВИКОРИСТАННЯ ДОБРИВ У ФІЛІЇ «БІЛОЦЕРКІВСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»

Метою представленої статті є визначення доцільності використання сучасних комплексних видів добрив під час вирощування декоративного садивного матеріалу у лісових розсадниках. Здійснено активний експеримент за допомогою візуального спостереження, оцінювання зовнішнього вигляду рослин за їх ростом та розвитком в процесі застосування різних видів, доз добрив, а також вимірювання та фіксація отриманих результатів за допомогою аналізу та синтезу отриманих польових даних. Використані в експерименті види добрив для дослідження впливу їх на деревні рослини дозволив констатувати, що для туї «смарагд» та ялівця скального кращим добривом є «Actiwin», «Plantafol» та «Bona Forte». При порівнянні ефективності комплексних добрив, можна дійти висновку, що їх використання значною мірою відображається своїм впливом на рослинах з позитивної сторони. Застосовані комплексні препарати, які створені під конкретні рослини хвойні чи листяні краще виконують свої функції перед альтернативними комбінованими добривами. При порівнянні ефективності комплексних добрив, на рослини максимального результату отримали при використанні певних добрив призначених для конкретних видів рослин: для туї смарагд та ялівця скального кращим добривом є «Actiwin»; для барбарису тунберга та для самшиту вічнозеленого ефективнішим є комплексний препарат для листяних рослин – «Bona Forte». При внесенні добрив варто визначати оптимальну дозу їх внесення з урахуванням температурного і водного режимів та видоспецифічних особливостей вирощуваних рослин. Варто акцентувати увагу на використанні комплексних органо-мінеральних добрив, ефективність яких значно вище роздільного застосування органічних і мінеральних добрив, та таких як більш екобезпечних. Крім цього зроблено розрахунки собівартості підібраних деревних видів і дано аналіз цін та вартість, що корелюється із приростом рослин по висоті та кореневій системі.

Виконання економічних розрахунків проведено із метою врахування вартості стимуляторів росту та показників, які вони дозволяють досягнути із порівнянням вартості для кінцевого споживача.

Ключові слова: *ґрунт, комплексні добрива, декоративні рослини, ріст рослин, препарати, вплив добрив.*

[1]**Кімейчук Іван Васильович,** асистент кафедри лісового господарства, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква. E-mail: i_kimeichuk@nubip.edu.ua, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9100-1206, ResearcherID: AEF-3953-2022, ScopusID 57234090100.

[1]**Горновська Світлана Володимирівна,** канд. с.- г. наук, доцент кафедри технологій у рослинництві та захисту рослин, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква. E-mail: gornovskayasvetlana@ukr.net, https://orcid.org/0000-0001-8244-3523.

Вступ. Головним завданням лісового господарства України є вирощування високопродуктивних, біологічно стійких та довговічних лісових, полезахисних та інших видів штучних насаджень із господарсько-цінних деревних рослин. Підприємствам для виконання цього завдання, насамперед, потрібен високоякісний садивний матеріал, який вирощують як у відкритому, так і закритому ґрунті на розсадниках, як із відкритою, так і закритою кореневою системою. Останній вид є перспективним для лісокультурного виробництва, особливо з урахуванням доцільності підвищення приживлюваності створюваних лісових культур.

Незважаючи на велику кількість розсадників в Україні, садивний матеріал на жаль має не таку якість якої б хотілось. Це все зумовлено тим що вирощування садивного матеріалу проводиться за застарілими технологіями, більшість робіт проводяться вручну таза спрощеною агротехнікою. В першу чергу це стосується степових розсадників з найдосконалішими ґрунтово-кліматичними умовами, саме в ці підприємства потрібно вводити сучасні передові технології.

За цільовим призначенням площа на лісових розсадниках використовується не раціонально. Навіть якщо до продукувальної частини додати площу попередників у сівозмінах виробничих відділень, то відсоток території що використовується для вирощування садивного матеріалу не перевищить 40 відсотків.

Кожен рік на площі понад 600 га вирощується близько 350-400 млн. шт. сіянців головних і другорядних деревних видів та кущів. У шкілках зростає 20-25 млн саджанців лісових і декоративних рослин. Кількість вирощених сіянців із закритою кореневою системою залишається вкрай низькою, вирощення яких проводиться за кустарними технологіями з використанням ручної праці без застосування сучасного обладнання і матеріалів (Vlasenko, Kyienko & Petrenko, 2007).

Вихід стандартних сіянців є нищим за плановий у більшості розсадниках. Найнищим він є у філіях степової зони 66,7 %. Валовий вихід стандартних сіянців тут з 1 га тут становить менше 400 тис шт., тоді як у посівних відділеннях на Поліссі цей показник перевищує 1 млн шт. Все це зумовлено неправильною агротехнікою вирощення садивного матеріалу.

Для покращення рівня забезпеченості садивним матеріалом для виконання робіт із відтворення лісів в Україні необхідно проводити такі заходи, як: агротехнічні, технологічні та господарські. Для забезпечення садивним матеріалом при садінні лісу, потрібно збільшити різновиди вирощуваних сіянців, у першу чергу, за рахунок кущів і дерев порід-піонерів, таких як: берези, липи, груші, бруслини, ліщини, крушини та ін. (Tarasenko, 2021).

Також необхідно розширити сортимент лісового садивного матеріалу за рахунок сіянців і саджанців із закритою кореневою системою та розпочати вирощувати мікоризований садивний матеріал.

Головними агротехнічними заходами є дотримання науково обґрунтованих сівозмін, раціональна система внесення добрив, досконала система зрошення незалежно від регіону. Хорошим проєктом є будівництво лісонасіннєвих комплексів розсадництва, які будуть обладнані сучасною технікою, що дасть змогу збільшити кількість і покращити якість вирощуваного садивного матеріалу (Maurer, 2007; Maurer, Pinchuk, Boboshko-Bardyn & Kosenko, 2016; Tarasenko, 2021; Boiko, Zubach, & Korshak, 2018).

Одним із шляхів підвищення якості садивного матеріалу є удосконалення технології їх вирощування за використання сучасних добрив (Kosenko, 2015).

Актуальність досліджень розкриває важливі аспекти, пов'язані з підготовкою здорового та якісного садивного матеріалу та ефективним використанням добрив у лісовому та садово-парковому господарстві, зокрема дослідження впливу на ріст, стан та якість продукції деревних та декоративних рослин.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На сучасному етапі розвитку лісового розсадництва непересічне значення має отримання високопродуктивних та стійких до змін клімату насаджень не можливе без належного вирощування садивного матеріалу сосни звичайної на території України із використанням сучасних видів добрив (Seo, et al., 2018; Grzesiak, Granata, & Toorop, 2019; Beuker, & Fife, 2020; Pokharel, Harris, & Pinto, 2021; Sun, Chen, & Wu, 2022; Aldoss, et al., 2018; Collado-González, Lázaro-Nogal, & Milla, 2018; Li, & Ma, 2019; Ulyshen, & Wagner, 2020; Andivia, E., et al., 2021).

Використання мінеральних і органічних добрив є основою хімізації землеробства. Ефективність мінеральних і органічних добрив багато в чому залежить від впровадження індустріальної технології обробітку як сільськогосподарських так і декоративних культур, комплексної механізації, меліорації земель, використання досягнень науки, здійснення міжгосподарської кооперації і агропромислової інтеграції (Vlasenko, Kyienko, & Petrenko, 2007; Melnychuk, D. et al., 2016; Fertilizers …, 2022).

На сучасному етапі вирощування садивного матеріалу та використання добрив при їх вирощування є вибір садивного матеріалу та його підготовка, особливо що стосується методів вибору та зберігання садивного матеріалу (Wang, et al., 2018; Zhang, et al., 2019). Для досягнення максимального врожаю та збереження сортових якостей рослин рекомендують вибирати саджанці відповідно до кліматичних умов регіону та підготовляти їх до садіння,

дотримуючись оптимальних агротехнічних прийомів (Su, et al., 2020; Zhou, C., Li, M., Yang, L., & Chen, X., 2021; Singh, A., Garg, V.K., & Gupta, R.K., 2022).

Є різні методи вирощування садивного матеріалу такі як розсадництво, насіннєве та вегетативне розмноження. При їх використанні варто з'ясувати переваги та недоліки кожного методу, а також рекомендувати оптимальний вибір для різних лісових та деревних видів.

Використання різних добрив та їх вплив на ріст та розвиток рослин приділено багато досліджень вітчизняних та закордонних вчених (Hubeau, et al., 2018; Müller, et al., 2019; Wang, et al., 2020; Xing, et al., 2021; Martínez-Carrasco, et al., 2022). Особлива їх увага приділялася ефективному використанню органічних та мінеральних добрив для забезпечення оптимального живлення рослин, збільшення урожайності та поліпшення якості плодів.

Підсумовуючи варто зазначити, що дослідження науковців представлено в більшій мірі саме вивченню оптимальних технологій вирощування садивного матеріалу сосни звичайної та ефективного використання добрив для забезпечення доброго росту і розвитку соснових саджанців, особливо це стосується підбору та використання різних типів добрив, впливу цих добрив та їх доз на ріст та фізіологічні показники сосни звичайної, що можуть сприяти оптимальному розвитку молодих рослин.

На даний час застосування новітніх технологій при вирощуванні садивного матеріалу та використанні добрив може включати використання біологічно активних речовин, мікроелементів, аеропоніку, гідропоніку тощо. Крім цього дослідники звертають увагу на екологічні аспекти вирощування садивного матеріалу та використання добрив та розглядають екологічно безпечні методи, які допомагають знизити негативний вплив на довкілля та зберегти біорізноманіття (Hossain, et al., 2018; Upadhyaya, et al., 2019; Bal, Singh, Bhardwaj, & Chaudhari, 2020; Li, Wang, Liu, & Chen, 2021; Smith, S.E., Krull, E.S., Gardner, T.G., & Sreekumari, 2022).

Отже, останні дослідження базуються на вивченні оптимальних технологій вирощування садивного матеріалу та ефективного використання добрив у виробничій сфері.

Ріст рослинної продукції визначається безліччю факторів, серед яких головна роль усе-таки належить добривам і в особливості мінеральним, виробництво яких нарощує високі темпи.

Для вирощування продукції сільськогосподарського і декоративного виробництва, якість та кількість живильних речовин яка надходить до рослини з органічної речовини і важкорозчинних мінеральних з'єднань ґрунту, досить часто виявляється недостатнім (Fertilizers …, 2022).

Відомо, що рослинам для мінерального живлення необхідно понад 16 хімічних елементів, які одержують з вуглекислого газу, води та частково з атмосферного азоту, а решту – з ґрунту (Zibtseva, 2011).

Агротехніка вирощування декоративних культур передбачає обов'язкове внесення в ґрунт органічних і неорганічних елементів живлення. Позитивний вплив мінеральних добрив на ріст і розвиток рослин давно не викликає ні в кого сумнівів. Навіть затяті прихильники органічного землеробства змушені визнати необхідність використання сполук азоту, фосфору, калію, мікроелементів для нарощування зеленої маси і повноцінного визрівання плодів (Kyienko, 2003). Азотні добрива вносять прямо в ґрунт при весняній перекопуванні (сечовина) і в розчиненому вигляді (аміачна селітра) (Viliesov, Davydova, et ol. 2002; Savushchyk, Khromuliak, Shlonchak & Yashchuk, 2020).

Перші ознаки нестачі азотних добрив – слабкі пагони, листя з жовтизною або блідо-зеленого кольору. Уже через два-три дні після підгодівлі рослини буквально «оживають» на очах. Стебла стають міцнішими, а зелена маса набуває характерного насиченого кольору.

Вплив азотних добрив на ріст і розвиток рослин особливо важливі в фазі нарощування зеленої маси, так як її недолік призведе до подальшого скидання кольору і плодів. Варто враховувати, що, починаючи з моменту зав'язування плодів, застосування азоту варто виключити, так як природний ріст рослин сповільнюється, а плодові дерева і чагарники повинні підготуватися до зими.

Калійні добрива є необхідним елементом для підвищення врожайності, стійкості до посухи, низьких температур, грибних захворювань. Перші ознаки калійного голодування – ледве помітне в'янення листя і зниження їх пружності, поява білої облямівки по краю листа, яка згодом стає коричневою.

При вчасно проведеній підгодівлі рослини швидко відновлюються і нормалізують ріст і плодоношення (Dulniev, Siryk, Veshytskyi, & 2007). Nosnikau, et al., 2021; Zhigunov, et al., 2014).

Добрива що містять фосфор зміцнюють кореневу систему рослин, підвищують їх опірність до несприятливих погодних факторів, забезпечують повноцінне дозрівання плодів. Вносять їх восени при перекопуванні ґрунту або в пристовбурні кола разом з органікою.

Тому зразкове внесення добрив опираючись на практичні та теоретичні дані є таким: весною вносять азотні добрива для стимулювання набору зеленої маси та подальшого гарного плодоношення на протязі року; калійні та фосфорні добрива вносяться восени для набору живильних речовин які рослина набирає перед зимою і використовує їх в подальшому (Maurer, Kosenko & But, 2016). Pinchuk & Ivaniuk, 2019).

Останнім часом, світ використовує комплексні добрива, що містять в собі азотні, фосфорні і калійні речовини і вносяться вони протягом всього сезонного періоду (Viliesov, Davydova, et al., 2002; Kyienko, 2003).

Мета дослідження – узагальнити досвід вирощування лісового та декоративного садивного матеріалу в лісових розсадниках філії «Білоцерківське лісове господарство» та розробити пропозиції з його удосконалення визначення доцільності використання, а також дослідити вплив різних видів добрив при під час вирощування лісового і декоративного садивного матеріалу у лісовому розсаднику.

Об'єкт дослідження – лісовий та декоративний садивний матеріал, а також різні види добрив при їх вирощуванні.

Матеріали і методи досліджень. Вирощування лісового і декоративного садивного матеріалу у розсадниках підприємств галузі є важливою складовою ведення лісового господарства. Так, якісні сіянці необхідні для створення високопродуктивних, біологічно стійких насаджень, а реалізація декоративного садивного матеріалу є важливим джерелом залучення позабюджетних коштів для ведення лісового господарства, особливо нині в умовах відсутності бюджетного фінансування діяльності державних підприємств.

Дослідження проводилися у лісовому розсаднику філії «Білоцерківське лісове господарство» де порівнювали вплив добрив на рослину та між собою, проводили аналіз звітних матеріалів, кількість та якість вирощуваного садивного матеріалу при використанні різних видів добрив (Rohovskyi, Masalskyi, Lavrov, 2018).

Беручи до уваги тип лісорослинних умов головними деревними видами для вирощення на даній території будуть: сосна звичайна, дуб звичайний, береза повисла.

Оцінку організації території постійного лісового розсадника площею 26,0 га проведено за картографічними матеріалами, з планами організації території, та шляхом рекогносційного обстеження структурних підрозділів, допоміжних та виробничих частин і будівель розсадника. Аналіз розподілу площі розсадника проведено за даними реальних площ окремих відділень розсадника, а в їх розрізі – за деревними видами і технологічними процесами.

Перед проведенням досліджень було досліджено організацію та функціонування базисного лісового розсадника філії «Білоцерківське лісове господарство» та вивчено організаційно-господарські плани та звітні матеріали по вирощуванню садивного матеріалу, внесенню добрив в усіх розсадниках філії за останні роки. При ознайомлені з розсадниками було проведено візуальне обстеження та оцінено організацію їх територій. Дослідження проводились у двох повторностях відповідно в 2021-2022 рр.

Вивчено видовий склад (у розрізі хвойних і листяних деревних видів і кущів) та сортимент (укорінені живці, сіянці з відкритою та закритою кореневою системою, саджанці з відкритою кореневою системою і в контейнерах) вирощуваних деревних видів та їх обсяги в розсадниках підприємства. Видовий склад дерев та кущів вивчали протягом 2019-2022 рр.

Здійснено проведення інвентаризації садивного матеріалу в розсадниках методом облікових площадок. При цьому здійснювався суцільний облік сіянців на облікових ділянках, обмежених рамкою розміром 1×0,5 м. Рамки розміщують по діагональних ходах, встановлюючи їх довгою стороною поперек поздовжньої сторони площі посіву (стрічки, грядки). Для обліку сіянців в облікових ділянках визначали пересічну кількість їх на 1 м^2 і переводили на усю площу посіву (Huz M. M., Ivaniuk A. P., & Holovka O. V. 2004; Kondratenko, Bublyk, 1996).

Особливості агротехніки та технології виробництва вивчалися методом спостережень, особистої участі у виконанні окремих робіт, а також шляхом опитування та аналізу аналітичних звітних документів.

Визначення механізмів ціноутворення, реклами та реалізації садивного матеріалу, внесення добрив проведені за даними отриманих за допомогою аналізів прайс-листів, звітних документацій бухгалтерії на замовлення певного асортименту рослин та шляхом опитування працівників лісового розсадника.

Візуальне спостереження, оцінювання зовнішнього вигляду рослин і їх ріст та розвиток в процесі застосування добрив, вимірювання та фіксація отриманих результатів, аналіз та синтез даних.

Загальний стан життєздатних і сумнівних живців оцінювався кожні 30 днів за 3-х бальною шкалою: «відмінний», «задовільний», «незадовільний».

До живцевих саджанців з «відмінним станом» відносили життєздатні екземпляри з високим тургором, яскраво зеленим забарвленням листових пластинок та інтенсивним ростом їх пагонів. До рослин із задовільним станом належали екземпляри з ознаками слабкого, або повільного росту, з ознаками всихання. До «незадовільних» – рослини без ознак присутності росту, або з повністю засохлими та відмерлими листками.

Проведення активного експерименту впливу використання різних добрив припадало на березень-листопад 2021-2022 рр. Для дослідів було обрано чотири деревні види: туя західна 'Smaragd', ялівець скельний 'BlueArrow', барбарис тунберга 'Erecta' та Самшит вічнозелений та три види комплексних добрив: для хвойних, для листяних і комбінаційне, яке підходить, як для листяних так, і для хвойних. Рослини що удобрювались, знаходились у відкритому ґрунті для чистоти експерименту, тобто коренева система була не пошкоджена і рослини функціонували в нормальному для себе режимі.

З кожного виду рослин було обрано по десять саджанців, інші слугували контролем. Кожний вид оброблювався двома видами комплексних добрив, перший комплексним для хвойних і комплексним комбінованим, другий комплексним листяним і комплексним комбінованим.

В експерименті було залучено три види добрив – Plantafol, Actiwin та Bona Forte, а також такі деревні види – тую західну 'Smaragd', ялівця скального, барбарису Тунберга 'Erecta', самшит вічнозелений. Всього в експерименті використано 840 шт. дерев.

Actiwin – це комплексне мінеральне універсальне добриво, яке використовувалося у пакетах по 25 г з NPK 9/16/14. Тобто це гранульоване універсальне водорозчинне добриво з складом: N – 9 %, P – 16 %, K – 14 %. У формулу добрива комплексного типу «Активін» включені важливі мікроелементи в хелатній формі: марганець, цинк, мідь, молібден, а також необхідні для активного зростання біоактиватори й амінокислоти. Застосування підживлення приєднували із заміною ґрунту в горщиках, додавши сухі гранули в ґрунтову суміш. Таким чином рослина самостійно використовувала добрива на протязі 3-4 місяців.

Водорозчинне добриво Plantafol застосовується для позакореневого підживлення рослин в ключові фази їх розвитку. Добриво характеризується відмінною розчинністю та низьким pH (має підкислюючий ефект). Плантафол не містить натрію та хлору і не залишає сольового нальоту на листі.

Bona Forte – це комплексне добриво із складом азот-фосфор-калій NPK, або азофоска, що дає рослині додаткове харчування, магній активізує фотосинтезирующий процес в листі.

Для кожного деревного виду підбиралось два види добрива для кращого росту, стану та активації фотосинтезуючого процесу в листках.

Ростові параметри та стан визначали за загальноприйнятими методиками, а статистичну обробку проводили методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерних програм (Kyienko, 2003).

Результати дослідження та обговорення. Спочатку було визначено гранулометричний склад ґрунту досліджуваних ділянок лісового розсаднику та визначено вміст гумусу.

В структурі ґрунтів переважають чорноземи звичайні. Чорноземи звичайні мають високу забезпеченість по азоту та фосфору і середню та низьку по калію. Вміст гумусу 3-4 %. Реакція водної витяжки близька до нейтральної, що забезпечує сприятливі умови для росту і розвитку більшості рослин. По зовнішніх ознаках чорноземні ґрунти вирізняються потужних вкороченим профілем, наявністю оглеєння з глибини 130 см. Карбонати в цих ґрунтах знаходяться в непомітній формі.

По гранулометричному складу чорноземні ґрунти відносяться до крупнопилувато-легкосуглинкового (табл. 1).

Таблиця 1

Гранулометричний склад ґрунту

Глибина відбору проби, см	pH водний	Гумус %	Ємність поглинальна здатність на 100 г ґрунту	Вміст легкодоступних поживних речовин, мг на 100 г ґрунту			
				NO_3^-	NH_4^+	P_2O_5	K_2O
25	7,2	4,32	30,4	1,8	3,4	4,1	6,9
50	7,3	4,40	29,1	1,1	2,1	3,6	8,1

Чорноземний ґрунт має до 20 % мулу (0,001 мм). Це обумовлює нагромадження гумусу в цьому ґрунті і визначає також його зернистість.

Реакція ґрунтового розчину сприятлива для росту і розвитку більшості декоративних і плодових рослин Лісостепової зони. Ці ґрунти характеризуються порівняно високим вмістом $CaCO_3$ та мають високу вбірну здатність, що обумовлює порівняно високий вміст гумусу і легкосуглинковий гранулометричний склад. В понижених місцях міста Узин – перегнійно-глеєві суглинисті ґрунти. Помітно виражених ерозійних процесів на території лісгоспу не виявлено.

Розподіл садивного матеріалу за деревними видами наведено на рис. 1 та табл. 2.

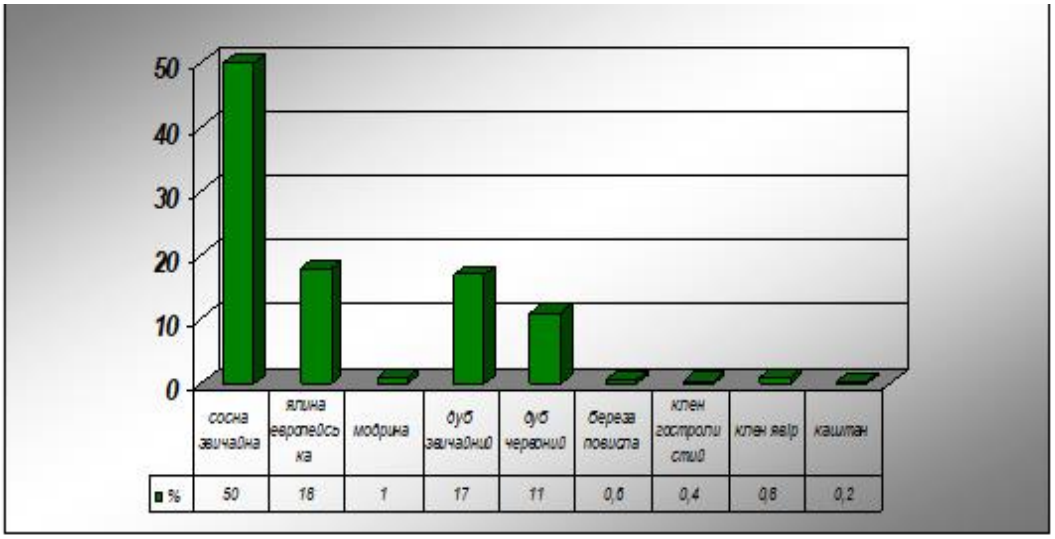


Рис. 1. Асортимент деревних видів, що вирощуються на розсадниках підприємства, %

Як видно за графіком найбільш вирощуваними деревними видами є сосна звичайна, дуб звичайний, ялина європейська та дуб червоний.

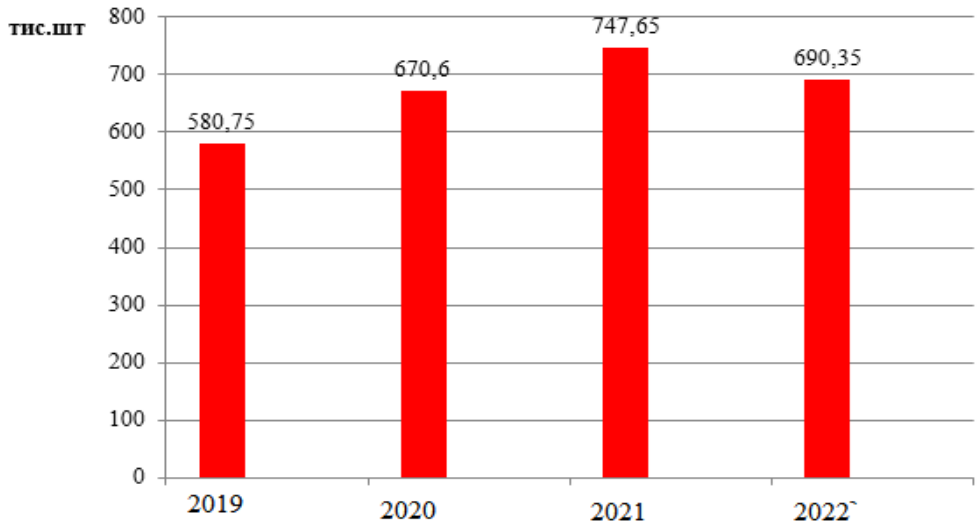
Таблиця 2

Обсяг вирощеного стандартного матеріалу (сіянців) станом на 30.11.2022 року розсадниках підприємства

Деревний вид	Сіянці однорічні				Сіянці дворічні		Всього стандартних сіянців	
	всього		із них					
			стандартні		га	тис. шт.	га	тис. шт.
	га	тис. шт	га	тис. шт.				
Сосна звичайна	0,01	33,3	0,01	33,3	-	-	0,01	33,3
Ялина європейська	0,004	15,6	0,004	14,8	0,01	19,7	0,014	34,5
Ялиця біла	0,004	3,232	0,004	3,2	-	-	0,004	3,2
Модрина європейська	0,004	4,3	0,004	4,3	-	-	0,004	4,3
Дуб звичайний	0,4	188,1	0,39	185,2	0,33	131,6	0,72	316,8
Дуб червоний	0,5	227,7	0,5	227,7	-	-	0,5	227,7
Липа дрібнолиста	0,15	11,25	0,15	11,25	0,05	2,6	0,2	13,85
Липа широколиста	0,12	10,0	0,12	10,0	0,08	11,2	0,14	21,2
Клен явір	0,02	1,0	0,02	1,0	0,02	4,0	0,04	5,0
Горіх грецький	0,001	0,5	0,001	0,5	0,001	1,5	0,002	2,0
Горіх чорний	0,03	3,4	0,03	3,4	-	-	0,003	3,4
Гледичія	0,04	1,0	0,04	1,0	-	-	0,04	1,0
Яблуня	0,02	1,0	0,02	1,0	-	-	0,02	1,0
Груша	0,02	2,9	0,02	2,9	0,004	2,0	0,024	4,9
Абрикос	0,01	3,2	0,01	3,2	0,01	1,2	0,02	4,4
Алича	-	-	-	-	0,02	2,0	0,02	2,0
Вишня	0,004	5,5	0,004	5,5	-	-	0,004	5,5
Черешня	0,06	20,3	0,06	20,3	0,1	35,4	0,16	55,7
Каштан кінський	0,003	3,0	0,003	3,0	-	-	0,003	3,0
Свидина	0,005	1,0	0,005	1,0	-	-	0,005	1,0
Шипшина	0,005	1,0	0,005	1,0	-	-	0,005	1,0
Бархат амурський	0,06	2,9	0,06	2,9	-	-	0,06	2,9
Всього	1,47	540,15	1,46	540,15	0,605	221,2	2,065	747,65

Найбільше вирощується сіянці дуба звичайного та дуба червоного, перший виступає як лісоутворюючий деревний вид, а другий використовують в залісненні меліоративного фонду та озелененні (табл. 3).

Кількість вирощуваного садивного матеріалу за останні роки представлено в рис. 2.



Роки

Рис. 2. Кількість вирощуваного садивного матеріалу в розсадниках ДП «Білоцерківське ЛГ» за 2019-2022 рр.

Для покращення озеленення підприємства та місцевих організацій на розсаднику вирощують декоративні види рослин (табл. 3).

Таблиця 3

Відомість наявності укорінених живців в тепличних господарствах філії «Білоцерківське лісове господарство»

Деревний вид	Укорінені живці однорічки				Загиблі посіви, га
	всього		із них		
	га	тис. шт.	стандартні	залишені на дорощування, тис. шт.	
Самшит вічнозелений	0,001	0,6	0,6	-	0,001
Ялівець	0,001	0,23	0,23	-	-
Туя західна	0,01	0,3	0,3	-	0,01
Туя колоновидна	0,001	0,2	-	0,2	-
Тис ягідний	0,015	0,03	-	0,03	-
Всього:	0,028	1,36	1,13	0,23	0,011

Як видно з таблиці кількість укорінених живців незначна, адже більшість з них вирощуються для власних потреб через проблеми з реалізацією декоративного садивного матеріалу. Для більш наглядного виду дані щодо кількості укорінених живців в розрізі років наведені на рис. 3.

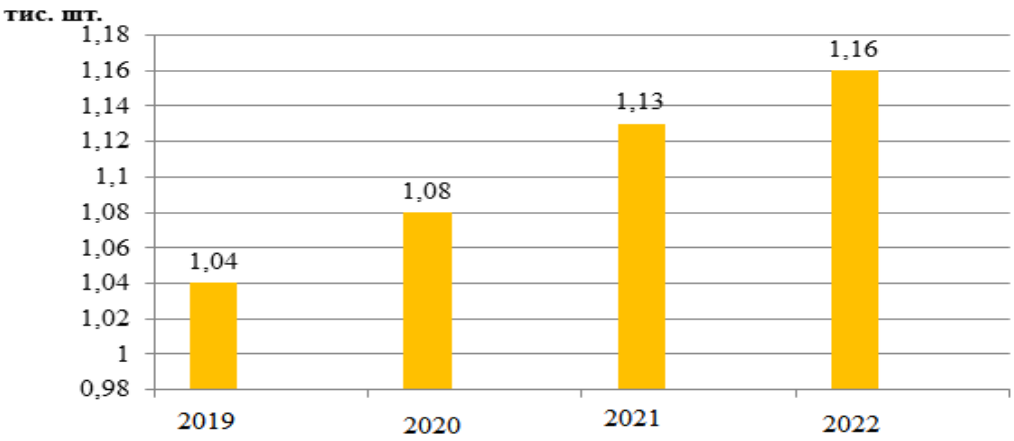


Рис. 3. Кількість укорінених живців в тепличних господарствах філії «Білоцерківське ЛГ» за 2019-2022 рр.

Розсадник та теплиці філії «Білоцерківське лісове господарство» знаходиться на території Білоцерківського лісництва і має дві спеціалізовані території: частину, на якій вирощується лісовий садивний матеріал (головним чином лісові сіянці деревних рослин) і ділянку з теплицями, яка використовується переважно для вегетативного розмноження і виробництва декоративних саджанців з відкритою і закритою кореневою системою.

В філії «Білоцерківське лісове господарство» рослини отримані живцюванням повністю успадковують властивості і ознаки материнських особин. Такі рослини ростуть значно швидше насіннєвих і починають цвісти і плодоносити на 2-3 роки раніше.

Живцювання займає значне місце серед інших способів вегетативного розмноження. Сутність живцювання полягає у тому, що з частини рослини (стебло, листок, корінь), відокремленої від материнського організму, за сприятливих умов росту можна отримати цілу рослину. Спосіб живцювання вельми поширений через те, що розмноження живцями у ряді випадків є найбільш економічно доцільне, швидке та ефективне для багатьох рослин. Живці бувають стеблові, кореневі та листкові.

У багаторічній практиці живцювання найбільшого розповсюдження набуло розмноження стебловими живцями. Їх у свою чергу поділяють на здерев'янілі та зелені. За здатністю до вкорінення всі рослини поділяються на ті, що вкорінюються легко, досить задовільно та важко (Lialin et al., 2020; Savushchyk, Khromuliak, Shlonchak & Yashchuk, 2020).

Головний результат отримання вкорінених живців залежить від термінів і якості заготівлі сировини для живців індивідуально кожного виду. Оптимальні терміни живцювання в різних культур не однакові (табл. 4). В наших умовах такі хвойні види, як ялина колюча форми блакитна, різні види і форми туй, ялівцю, ялиці, тису ягідного, мають терміни живцювання березень-квітень місяць. Бузок,

наприклад, має короткий календарний термін живцювання (лише 10-15 днів). Такі рослини як троянди, спіреї, калини, дейція, форзиція, жасмин та інші – кінець травня, червень і початок липня.

Таблиця 4

Вплив термінів живцювання на укорінення деяких видів дерев та кущів

Назва видів	Терміни проведення живцювання				
	25.03-15.04	15.04-30.04	1.05-15.05	16.05-31.05	01.06-15.06
Туя західна	+++	++	+	——	——
Ялівець козацький	++	+++	+++	++	——
Кипарисовик горіхоплідний	++	+++	+++	+	——
Ялівець звичайний	+	++	+	---	——
Самшит вічнозелений	++	+++	+++	++	——
Спірея японська	+++	+	——	——	——
Вейгела	+++	++	——	——	——
Форзиція	+++	+	——		
Бузок	——	——	+	+++	+

Примітка: +++ – 93–100 % вкорінюваність;
++ – 75–92 % вкорінюваність;
+ 50–74 % вкорінюваність;
—— – менше 50 % вкорінюваність.

Нарізання живців необхідно робити в ранішні години, коли тканини рослин містять великий вміст води. Пересихання та в'янення пагонів недопустимо, тому при перевезенні живців використовують поліетиленову плівку та воду. Нарізка живці для закладки загально прийнята. Довжина їх визначається кількістю міжвузлів, але не коротше 5 см і не більше 15 см, за виняткам ялівцю козацького. Як показала практика, живці ялівцю вкорінюються і дають гарний ріст більш довші і в віці 2-3 років. Живці туї від гілочок в основному відриваються з деревною п'яткою, при цьому потрібно звертати увагу на те, щоб не відставала від п'ятки.

Субстратом для вкорінення живців використовують чистий крупнозернистий річковий пісок в суміші з торфом та лісовою землею у співвідношенні 1:1:1. Така суміш достатньо забезпечує водо- та повітропроникності, теплоємкості, вільності від бур'янів, шкідників і хвороботворних організмів. Усі складові перемішуються і вкладаються товщиною 30-50 см. зверху субстрат застеляється річковим піском товщиною 5 см. У цей пісок і висаджували зелені живці.

Полив та підтримання вологості субстрату та повітря проводиться ручним способом. Температура повітря регулювалася в літній період шляхом вентиляції через відкриванні вікна, фарбуванням скла стін та стелі в межах 25-30 ºС.

Перед садінням субстрат сильно поливали і ущільнювали. Живець нижнім кінцем поміщають в ґрунт на глибину 2-3 см з розрахунком 120-150 шт./1 м^2. Протягом дня зелені живці зволожуються 2-3 рази. В період сухої і жаркої погоди, кількість поливів збільшують, але при цьому необхідно не перезволожити ґрунт, бо тоді живці загниваються.

Для прискорення вкорінення зелені живці прикривають поліетиленовою плівкою і зволожують. Створюються сприятливий мікроклімат: теплий і вологий.

В теплицях вкорінення туї сягає 70-75 %, ялівцю 65-70 %, самшиту 90-95 %. В теплицях – туя та ялівець 30-40 %, самшиту до 50-60 % (табл. 5).

Вкоріненні живці висаджуються в шкілки на дорощування. Непоганий період висадки вкорінених живців є кінець серпня і перша половина вересня. З цього часу рослини до морозів вспівають акліматизуватися. Але весною висаджувати вкорінені живці у відкритий ґрунт потрібно дуже рано, бо пізня посадка може попасти під весняні суховії та засуху, що приводить до масової загибелі рослин. Для недопущення цього, весняне садіння потрібно проводити якомога раніше, а в таку погоду поливати і мульчувати рослини.

Таблиця 5

Асортимент укорінених живців у постійному лісовому розсаднику Білоцерківського лісництва

№	Назва деревного виду	Закладено живців, тис. шт.	Вкорінення, %	Вихід вкорінених живців, тис. шт.
1	Туя західна «колоновидна»	54	56	30,21
2	Туя західна «Aurea»	6	65	3,9
3	Туя вересковидна	5	65	3,3
4	Ялівець горизонтальний	4	72	2,9
5	Ялівець козацький	10	77	7,7
6	Самшит вічнозелений	25	89	22,3
7	Бузок садовий	3	80	2,4
8	Вейгела	3	75	2,3
9	Жасмін садовий	5	77	3,9
10	Кизильник блискучий	5	80	4,0
11	Лаванда	2	85	1,7
12	Піраканта криваво-червона	2	65	1,3
13	Верба декоративна	5	98	4,9
14	Тополя бальзамічна	2	98	1,98
15	Спірея японська «Маленька принцеса»	7	90	6,3

Значна кількість декоративного садивного матеріалу потребує дорощування, для формування штамбу тому в розсадниках усі укоріненні живці дорощуються іноді навіть й до 5-8 річного віку (табл. 6).

Таблиця 6

Відомість наявності саджанців в декоративних шкілках розсадників філії «Білоцерківське ЛГ»

Деревний вид	Декоративні, плодово-ягідні та інші шкілки					
	всього		із них стандартні для реалізації, тис. шт.			
	га (до 0,001 га)	тис.шт	всього	в т.ч. висотою, м		
				до 0,7	0,8–1,8	1,9 і >
Липа серцелиста	0,12	0,58	0,58	0,08	0,5	-
Липа широколиста	0,2	1,0	0,5	0,5	-	-
Каштан кінський	0,4	1,7	1,0	1,0	-	-
Калина звичайна	0,01	0,04	0,04	-	0,03	0,01
Самшит вічнозелений	0,39	4,0	4,0	4,0	-	-
Ялівець козацький	0,03	0,6	0,6	0,6	-	-
Ялівець звичайний	0,01	0,15	0,15	0,1	0,05	-
Ялівець віргінський	0,02	0,2	0,2	0,2	-	-
Туя західна	0,02	0,3	0,3	0,2	0,1	-
Туя колоновидна	0,12	0,3	0,3	0,28	0,02	-
Тис ягідний	0,002	0,007	0,007	0,007	-	-
Всього	**1,222**	**8,877**	**7,677**	**6,867**	**0,7**	**0,01**

Липа серцелиста являється фаворитом в вирощуванні саджанців, а також каштан (19 %) та самшиту вічнозеленому (45 %) так як це самі найбільш використовувані види в місцевому озелененні. Для більш наглядного виду дані щодо кількості вирощуваних саджанців в розрізі років наведені на рис. 4.

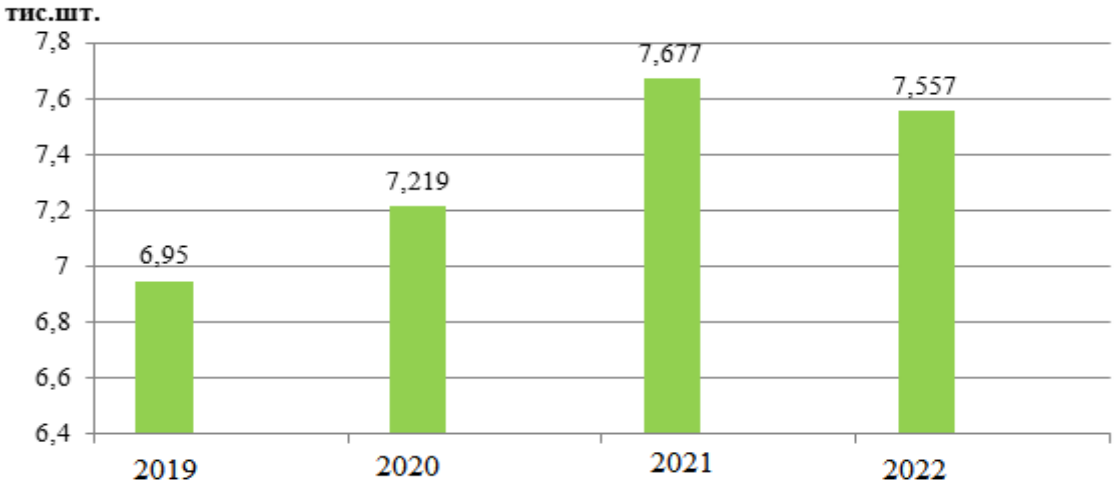


Рис. 4. Кількість саджанців в декоративних шкілках розсадників філії «Білоцерківське ЛГ» за 2019-2022 рр.

Також на території філії «Білоцерківське ЛГ» наявні плантації «новорічних ялинок» які забезпечують населення на свято (табл. 7).

Таблиця 7

Відомість наявності саджанців в плантаціях «новорічних ялинок» у розсадниках ДП «Білоцерківське ЛГ»

Деревний вид	Плантації новорічних ялинок					
	всього		із них стандартні для реалізації, тис. шт.			
	га	тис. шт.	всього	в т.ч. висотою, м		
				до 0,7	0,8-1,8-	1,9 і >
Ялина європейська	13,1	49,0	1,3	-	1,2	0,1
Ялиця біла	4,0	2,0	-	-	-	-
Сосна кримська	5,15	20,5	-	-	-	-
Сосна звичайна	5,4	27,8	0,6	-	0,6	-
Всього	27,65	117,3	1,9	-	1,8	0,1

Виходячи з даних таблиці ми бачимо що перевага надається ялині європейській, хоча й кількість решти деревних видів також не мала, адже в кожного деревного виду є свої особливості які впливають на вибір людей. Для більшої інформації щодо кількості вирощуваних саджанців в розрізі років наведені на рис. 5.

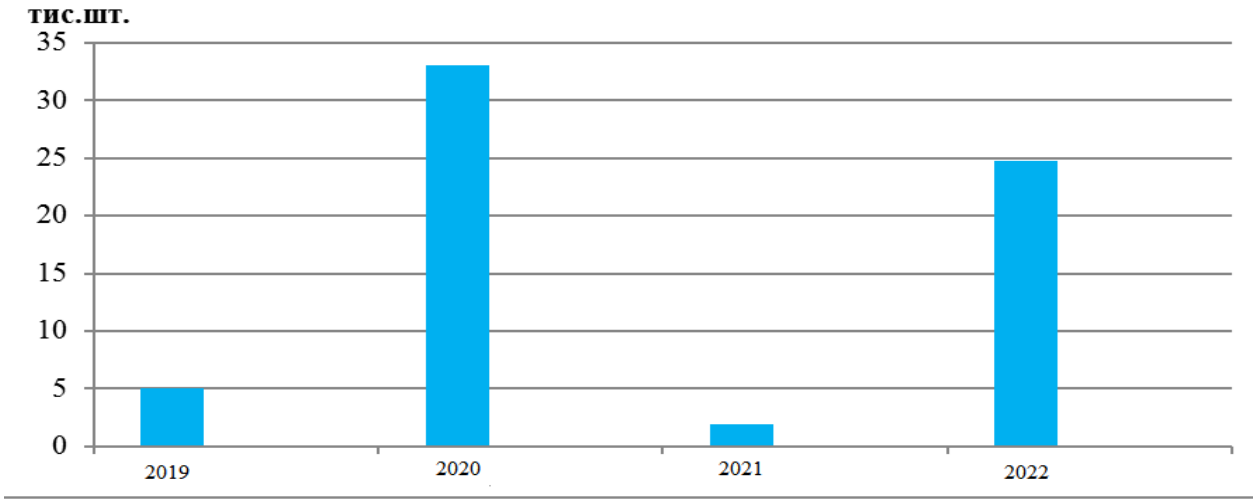


Рис. 5. Кількість саджанців в плантаціях «новорічних ялинок» у розсадниках ДП «Білоцерківське ЛГ» за 2019-2022 рр.

Загалом виробництво в лісовому розсаднику налагоджено якісно. Підприємство успішно створює і вирощує високопродуктивні, довговічні та біологічно стійкі лісові, полезахисні, садово-паркові та інші види штучних насаджень із господарсько-цінних деревних рослин, а також вирощування та реалізація декоративного садивного матеріалу. Варто зазначити, що

підприємство проводить на вирощування садивного матеріалу в закритому ґрунті, що дає можливість формувати стандартні кореневу систему та надземну частину сіянців відповідно до типів лісорослинних умов із застосуванням стимуляторів росту, мінеральних добрив та мікроелементів. Такий садивний матеріал можна використовувати майже протягом всього року і приживлюваність його навіть в екстремальних умовах досить висока.

Десять рослин туї західної 'Smaragd' оброблялись препаратом «Actiwin» – комплексний препарат для хвойних рослин. Десять рослин оброблялись препаратом «Plantafol» – комплексний препарат комбінований. Інші рослини слугували контролем. Вік 4 роки (рис. 6).

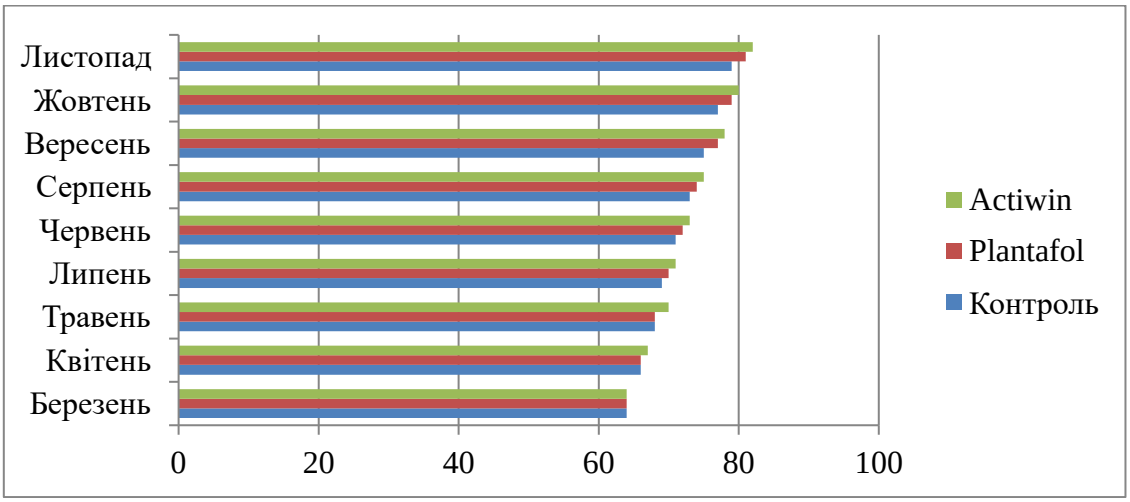


Рис. 6. Динаміка росту рослин туї західної 'Smaragd' із застосуванням добрив «Actiwin», «Plantafol»

З результатів рисунку 5 можна побачити, що при застосування добрив ріст рослини сягнув 64 см. Рослини, що не підживлювались комплексними добривами збільшили свій зріст до 79 см. Рослини з додаванням добрива «Plantafol» збільшили середній приріст на 2 см до 81 см, а рослини з додаванням комплексних добрив «Actiwin» до 82 см, що на 3 см більше за контроль. В даному випадку, як висновок можна сказати що використання добрив відіграють свою роль в збільшені росту рослин, але комплексне добриво «Plantafol» уступає своєю значимістю перед «Actiwin» що чітко відображено на рисунку 6. Тому конкретно для даного виду рослин краще застосовувати добриво комплексної дії для хвойних рослин.

Десять рослин ялівця скального 'BlueArrow' оброблялись препаратом «Actiwin» – комплексний препарат для хвойних рослин. Десять рослин оброблялись препаратом «Plantafol» – комплексний препарат комбінований. Інші рослини слугували контролем. Вік 5 років (рис. 7).

Як і в попередній діаграмі добрива на рослину мають позитивний вплив. Початок заміру починався з відмітки 78 см, на контролі у листопаді він перетнув позначку в 94 см. Рослини, що підживлювались розчином «Plantafol» в середньому досягли розміру 97 см тим самим показавши, що даний препарат дієвий і він себе реалізовує значною мірою. І нарешті основний препарат що призначений саме для хвойних рослин показав результат в 99 см, що говорить про проте, що альтернативний варіант може і підійти, але краще використовувати останній варіант для отримання максимального результату.

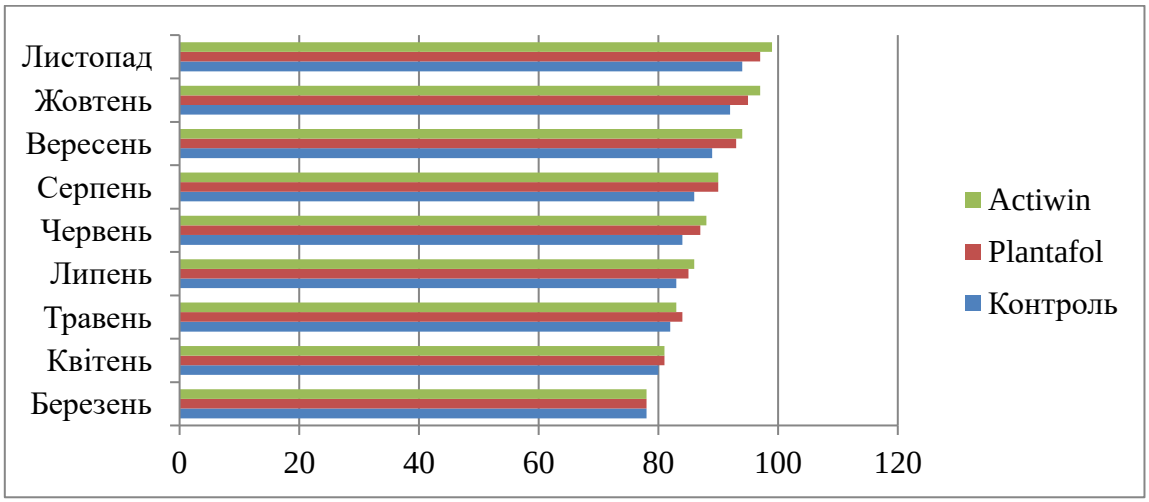


Рис. 7. Динаміка росту ялівця скального 'BlueArrow' з використанням добрив «Plantafol», «Actiwin»

Десять рослин барбарису тунберга 'Erecta' оброблялись препаратом «BonaForte» – комплексний препарат для листяних рослин. Десять рослин оброблялись препаратом «Plantafol» – комплексний препарат комбінований. Інші рослини слугували контролем. Вік 4 роки (рис. 8).

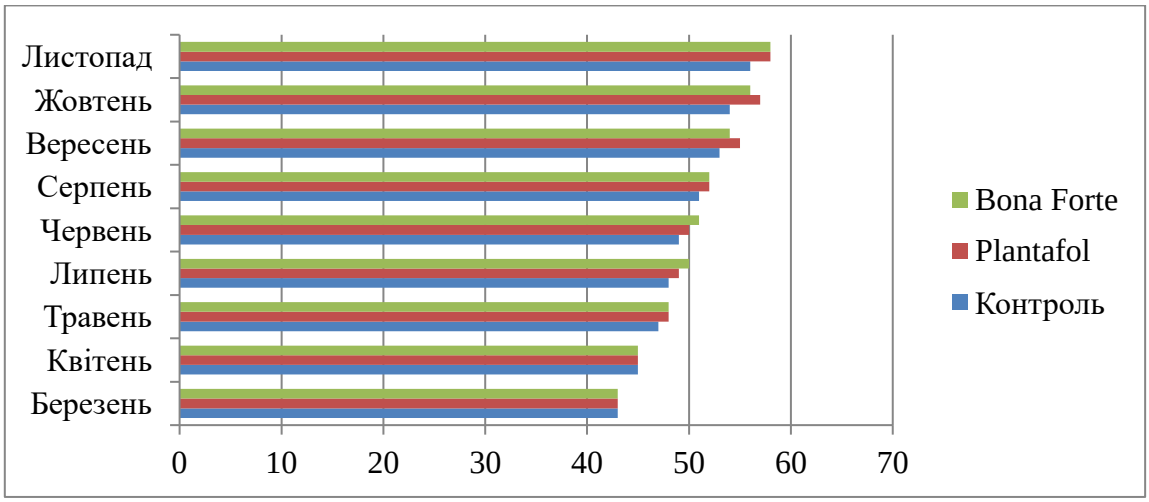


Рис. 8. Динаміка росту барбарису тунберга 'Erecta' з використанням добрив «Plantafol», «Bona Forte»

Фіксування результатів почалось з березня коли ріст рослини складав 43 см і за час дослідів він зріс до розміру 56 см, для даного віку рослини це середньостатистичний показник. При використанні добрива «Plantafol» рослина з показника 43 см досягла розміру 58 см, що на 2 см більше за контроль і говорить про те, що використання даного препарату є оправданим і несе за собою користь і потенціал для подальшого росту і функціонування рослини яка досліджується. Що ж стосується добрива «Bona Forte» то воно показало аналогічний результат, як і його попередник, теж на 2 см більше за контроль, що говорить нам про те, що альтернатива нічим не поступається основному добриву, але за рахунок того що рослина відносно не великого розміру в подальшому можуть бути певні зміни і будуть потрібні додаткові дослідження.

Десять рослин самшиту вічнозеленого (*Buxus sempervirens* L.) оброблялись препаратом «Bona Forte» – комплексний препарат для листяних рослин. Десять рослин оброблялись препаратом «Plantafol» – комплексний препарат комбінований. Інші рослини слугували контролем. Вік 5 роки (рис. 9).

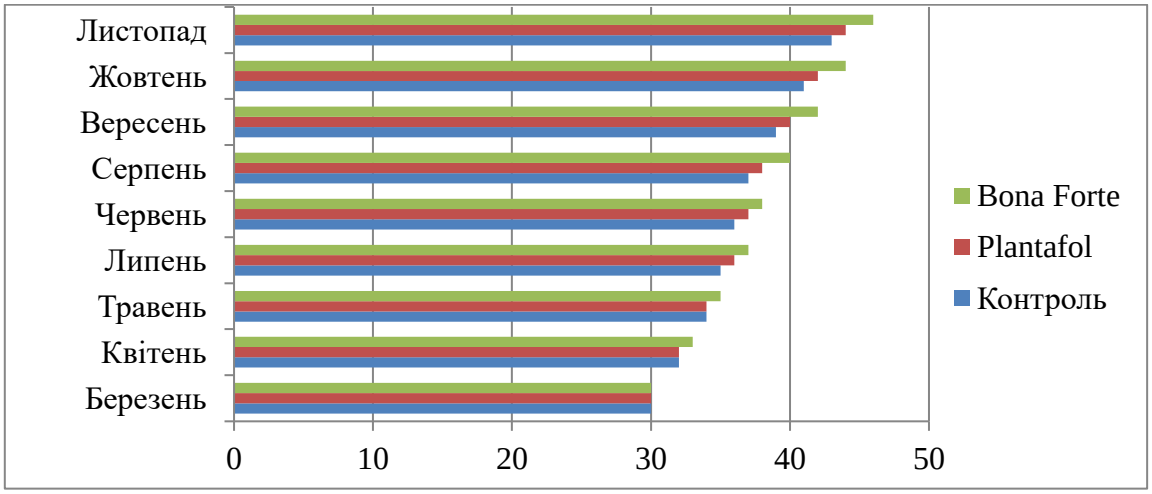


Рис. 9. Динаміка росту самшиту вічнозеленого з використанням добрив «Plantafol», «Bona Forte»

Початковий показник росту самшиту вічнозеленого складав 30 см і при контролі кінцева цифра росту досягла позначки 43 см. При використанні Plantafoly ця позначка досягла 44 см, що показує дієвість даного препарату на рослину в позитивну сторону і гарантує її надійність на використання в подальшому. Що стосується комплексного добрива «Bona Forte», його кінцевий показник склав 46 см, що на 3 см більше за контроль і на 2 см більше за альтернативний варіант і це робить його абсолютним фаворитом в даному експерименті.

Отже, використання комплексних добрив значною мірою відображається своїм впливом на рослинах з позитивної сторони, оскільки покращується ріст

рослини, як в висоту, так і в діаметрі, рослини кращі за зовнішнім виглядом, кольором і здоровими рослинами та стійкістю рослин до зовнішніх негативних факторів таких як: шкідники; збудники хвороб; природні фактори і т.д. Динаміка росту дослідних рослин з використанням різних видів добрив наведено у табл. 8.

Таблиця 8

Динаміка росту дослідних рослин з використанням різних видів

Якщо говорити конкретно про препарати, які були залучені для експерименту та їх призначення то можна однозначно зробити висновок, що ті

Назва добрива	Місяць/висота, см									Індекс стану
	березень	квітень	травень	липень	червень	серпень	вересень	жовтень	листопад	
2021 рік										
Туя смарагд										
Контроль	60	62	64	65	67	69	71	73	74	2,2
Actiwin	59	61	63	66	68	68	72	75	76	1,4
Plantafol	61	64	67	68	70	72	75	77	79	1,3
Ялівець скельний										
Контроль	73	75	77	78	79	81	84	87	87	1,9
Actiwin	74	76	79	80	82	85	88	90	92	1,3
Plantafol	75	78	80	83	85	87	91	94	96	1,1
Барбарис тунберга										
Контроль	40	42	44	45	46	48	50	51	53	2,5
Actiwin	41	43	46	48	49	50	52	54	56	2,1
Plantafol	40	43	45	46	48	50	53	55	57	1,4
Самшит вічнозелений										
Контроль	28	30	32	33	34	35	37	39	41	2,0
Actiwin	29	32	34	36	37	39	41	43	45	1,4
Plantafol	28	30	32	34	35	36	38	40	42	1,1
2022 рік										
Туя смарагд										
Контроль	64	66	68	69	71	73	75	77	79	2,3
Actiwin	64	66	68	70	72	74	77	79	81	1,6
Plantafol	64	67	70	71	73	75	78	80	82	1,3
Ялівець скельний										
Контроль	78	80	82	83	84	86	89	92	94	2,6
Actiwin	78	81	84	85	87	90	93	95	97	2,1
Plantafol	78	81	83	86	88	90	94	97	99	1,5
Барбарис тунберга										
Контроль	43	45	47	48	49	51	53	54	56	2,2
Actiwin	43	45	48	50	51	52	54	56	58	1,8
Plantafol	43	45	48	49	50	52	55	57	59	1,4
Самшит вічнозелений										
Контроль	30	32	34	35	36	37	39	41	43	2,3
Actiwin	30	33	35	37	38	40	42	44	46	1,9
Plantafol	30	32	34	36	37	38	40	42	44	1,4

комплексні препарати що створені під конкретні рослини хвойні вони чи листяні будуть краще виконувати свої функції перед альтернативними комбінованими добривами, що добре впливають, як на хвойні, так і на листяні.

Для того, щоб розмножити тую та її виростити для цього необхідно провести такі витрати як: витрати на робочу силу, що буде займатись живцюванням, виробленням ґрунтової суміші для касет під рослин, прополювання цих рослин і підтримання належних умов зростання та пересадження з касети у відкритий або закритий ґрунт; придбання торфу, піску та землі для суміші; витрати на зрошення та утримання самої теплиці, витрати на засоби, що борються та захищають рослини від збудників хвороб та шкідників.

Для оцінки економічної ефективності вирощування садивного матеріалу на розсаднику Білоцерківського лісництва були проведені розрахунки по собівартості продукції, рентабельності та прибутковості (табл. 9).

Таблиця 9

Аналіз економічної ефективності вирощування садивного матеріалу в розсаднику Білоцерківського лісництва

Продукція	Кількість продукції, тис. шт.	Собівартість одиниці продукції, грн.	Відпускна ціна, грн.	Собівартість виробництва продукції, грн.	Валовий прибуток, грн.	Чистий прибуток, грн.	Рентабельність
1	2	3	4	5	6	7	8
Сіянці							
Береза повисла	9,3	291,60	349,92	2711,88	3254,26	542,38	20
Дуб червоний	300	159,00	190,8	47700,00	57249,00	9540,00	20
Дуб звичайний	360	184,00	220,8	66240,00	79488,00	13248,00	20
Гіркокаштан кінський	10	251,91	302,29	2519,10	3022,90	503,80	20
Клен явір	139,74	178,08	213,7	24884,90	29862,44	4977,54	20
Клен сріблястий	139,74	182,23	218,68	25464,82	30558,35	5039,52	19,8
Липа серцелиста	66,8	267,20	320,64	17848,96	21418,76	3569,79	20
Горобина звичайна	12,3	304,17	365,00	3741,30	4489,50	749,07	20
Ясен звичайний	120	148,29	177,95	17794,80	21354,00	3559,20	20
Хеномелес японський	9	151,28	181,54	1361,52	1633,86	272,34	20
Калина звичайна	12	190,11	228,13	2281,32	2737,56	456,24	20
Свидина	223,13	228,56	274,27	50998,60	61197,87	10198,97	20
Бузок звичайний	11,42	357,31	428,77	4080,48	4896,56	816,07	20
Скумпія	11	260,12	312,14	2861,32	3433,54	572,22	20
Спірея японська	10	357,31	428,77	3573,10	4287,80	714,6	20
Всього:	**1434,43**			**274062,10**	**328884,40**	**54822,30**	**19,98**
Шкілка							
Хвойні							
Сосна кримська	1,3	40,00	50,00	52000	65000	13000	25
Сосна веймутова	0,1	264,00	330,00	26400	33000	6600	25
Ялина звичайна	2,5	40,00	50,00	100000	125000	25000	25

Продовження таблиці 9

Продукція	Кількість продукції, тис. шт.	Собівартість одиниці продукції, грн.	Відпускна ціна, грн.	Собівартість виробництва продукції, грн.	Валовий прибуток, грн.	Чистий прибуток, грн.	Рентабельність
1	2	3	4	5	6	7	8
Ялина колюча “Сиза”	0,6	440,00	550,00	264000	330000	66000	25
Ялиця біла	1,6	96,00	120,00	153600	192000	38400	25
Модрина європейська	0,2	72,00	90,00	14400	18000	3600	25
Туя західна	18,1	104,00	130,00	1882400	2353000	470600	25
Туя західна “Aurea”	0,1	144,00	180,00	14400	18000	3600	25
Ялівець звичайний “колоновидна”	2,0	112,00	140,00	224000	280000	56000	25
Ялівець козацький	7,5	28,00	35,00	210000	262500	52500	25
Ялівець козацький “Glauca”	2,0	40,00	50,00	80000	100000	20000	25
Тис ягідний	0,1	24,00	30,00	2400	3000	600	25
Кипарисовик горіхоплідний	0,4	48,00	60,00	19200	24000	4800	25
Всього:	**36,5**			**3064400,00**	**3803500,00**	**739100,00**	**25**
Листяні							
Дуб червоний	0,6	25,20	36,00	15120,00	21600,00	6480	42,86
Липа широколиста	1,8	29,40	42,00	52920,00	75600,00	22680	43
Липа серцелиста	1,5	29,40	42,00	44100,00	63000,00	18900	43
Клен гостролистий	1,0	21,00	30,00	21000,00	30000,00	9000	43
Клен явір	0,5	21,00	30,00	10500,00	15000,00	4500	43
Береза повисла	0,6	16,80	24,00	10080,00	14400,00	4320	43
Верба біла	1,5	16,80	24,00	25200,00	37500,00	10800	43
Верба матсуда	0,1	36,00	46,80	3600,00	4680,00	1080	43
Горобина звичайна	0,4	21,00	30,00	8400,00	12000,00	3600	43
Тамарікс	0,1	12,00	15,60	1200,00	1560,00	360	43
Бук європейський	0,1	25,20	36,00	2520,00	3600,00	1080	43
Тополя бальзамічна	0,3	16,80	24,00	5040,00	7200,00	2160	43
Всього:	**17,5**			**199680,00**	**286140,00**	**86460,00**	**42,55**
Кущі							
Бірючина звичайна	0,6	9,00	10,80	5400,00	6480,00	1080,00	20
Аронія чорноплідна	0,3	9,00	10,80	2700,00	3240,00	540,00	20
Свидина кривавочервона	0,1	6,50	7,80	650,00	780,00	130,00	20
Свидина біла	0,1	9,00	10,80	900,00	1080,00	180,00	20
Спірея Ван-Гутта	1,0	10,00	12,00	10000,00	12000,00	2000,00	20
Спірея Ван-Гутта “Мала принцеса”	0,2	16,00	20,00	3200,00	4000,00	800,00	20
Самшит вічнозелений	14,0	20,00	24,00	280000,00	336000,00	56000,00	20
Калина звичайна	0,1	10,00	12,00	1000,00	1200,00	200,00	20
Всього:	**16,4**			**303850,0**	**364780,00**	**60930,00**	**20,06**
Всього по відділам:				**3841992,1**	**4783304,40**	**961349,74**	**25,03**

З проведених розрахунків видно, що затрати на вирощування садивного матеріалу становить 3841992,10 грн, валовий прибуток – 4783304,40 грн, а отриманий чистий прибуток становить 961349,74 грн. Рентабельність виробництва – 25,03 %. Враховуючи попит на садивний матеріал ми пропонуємо збільшити асортимент рослин вирощуваних рослин, ввівши в культуру: рослини перспективні у лісогосподарській справі та розширити асортимент декоративних форм (табл. 10).

Таблиця 10

Асортимент перспективних рослин для вирощування на розсаднику

№ з/п	Українська назва	Латинська назва	Використання
Хвойні			
1	Модрина сибірська	Larix sibirica	Створення культур
2	Псевдотсуга мензиса	Pseudotsuga menziesii	Створення культур
3	Сосна банкса	Pinus banksiana	Створення культур Озеленення
4	Сосна веймутова*	Pínus stróbus	Озеленення
5	Сосна кедрова європейська	Pinus cembra	Створення культур
6	Сосна чорна	Pinus nigra	Створення культур
7	Кипарисовик горохоплідний	Chamaecyparis pisifera 'Filifera Aurea Nana'	Озеленення
8	Ялівець китайський	Juniperus chinensis 'Old Gold'	Озеленення
9	Ялина сибірська	'Argentea'	Озеленення
10	Туя західна	Thuja occidentalis 'Smaragd'	Озеленення
Листяні			
1	Берека лікарська	Sorbus torminalis	Створення культур
2	Липа кавказька	Tilia caucasica	Створення культур
3	Бук європейський	Fagus sylvatica	Створення культур
4	Платан західний	Platanus occidentalis	Створення культур
5	Горіх чорний	Juglans nigra	Створення культур
6	Церсис європейський	Cercis siliquastrum	Озеленення
7	Граб звичайний	Carpinus betulus 'Fastigiata'	Озеленення
8	Магнолія суланжа	Magnolia soulangeana	Озеленення
9	Шовковиця біла	Morus alba 'Pendula'	Озеленення
10	Верба золотистоволоса	Salix Erythroflexuosa	Озеленення
Кущі			
1	Вейгела квітуча ‘Variegata’	Weigela florida ‘Variegata’	Озеленення
2	Бірючина овалолиста	Ligustrum ovalifolium 'Aureum'	Озеленення
3	Жимолость тельмана	Lonicera tellmaniana	Озеленення
4	Золотий дощ	Laburnum anagyroides	Озеленення
5	Тамарікс чотиритичинковий	Tamarix tetrandra	Озеленення
6	Сумах пухнастий	Rhus typhina	Озеленення
7	Каштан гібридний «Червоноквітковий»	Aesculus Briotii	Озеленення
8	Кизильник даммера	Cotoneaster dammeri	Озеленення
9	Кизильник горизонтальний	Cotoneaster horizontalis	Озеленення

*Сосна веймутова є цінною в озелененні, але сильно вражається хворобами.

Агротехніка вирощування даних видів не складна, попит на вищевказані рослини стабільно існує у спеціалістів з озеленення. Введення в вирощування даних видів суттєво збільшить асортимент рослин на підприємстві.

Висновки. В структурі ґрунтів лісового розсадника філії «Білоцерківське лісове господарство» переважають чорноземи звичайні, які мають вміст гумусу в середньому 3-4 %, нейтральне середовище, що забезпечує сприятливі умови для росту і розвитку більшості вирощуваних рослин.

При порівнянні ефективності комплексних добрив, на рослини максимального результату отримали при використанні певних добрив призначених для конкретних видів рослин: для туї смарагд та ялівця скального кращим добривом є «Actiwin»; для барбарису Тунберга та для самшиту вічнозеленого ефективнішим є комплексний препарат для листяних рослин – «Bona Forte»; при внесенні добрив варто визначати оптимальну дозу їх внесення з урахуванням температурного і водного режимів та видоспецифічних особливостей вирощуваних рослин.

Комплексні препарати, що створені під конкретні рослини хвойні вони чи листяні краще виконують свої функції перед альтернативними комбінованими добривами. При застосування добрив ріст туї західної 'Smaragd' сягнув 64 см. Рослини з додаванням добрива «Plantafol» збільшили середній приріст на 2 см до 81 см, а рослини з додаванням комплексних добрив «Actiwin» до 82 см, що на 3 см більше за контроль. Схожа тенденція простежується і з іншими рослинами, їх ріст підвищився на 2-5 см у порівнянні із контролем.

Варто акцентувати увагу на використанні комплексних органо-мінеральних добрив, ефективність яких значно вище роздільного застосування органічних і мінеральних добрив, та таких як більш екобезпечних.

В теплицях вкорінення туї сягає 70-75 %, ялівцю 65-70 %, самшиту 90-95 %, але значна частина декоративного садивного матеріалу потребує дорощування, для формування штамбу.

При використанні добрив покращується їх ріст і стан, але потрібні кошти на їх використання. Тому із проведених розрахунків видно, що затрати на вирощування садивного матеріалу, який вирощується при використанні різних видів добрив становить 3841992,10 грн, валовий прибуток – 4783304,40 грн, а отриманий чистий прибуток становить 961349,74 грн. Рентабельність виробництва – 25,03 %.

References

1. Boiko, T.O., Zubach, V., Korshak, A. (2018). Scientific provision of rational use of natural resources of water areas and territories of the steppe zone of Ukraine. Scientific and practical

conference of teachers, young scientists and students, 2018. Editor: Yu.M. Volichenko; Kherson State Agrarian University. Kherson, pp. 95-98. [in Ukrainian].

2. Dulniev, P.H., Siryk, V.V., Veshytskyi, V.A. (2007). New chemical preparations for intensification of cultivation and improvement of the quality of seedlings of tree species. Scientific reports of NAU. Vol. 1 (6). pp. 1-11. [in Ukrainian].

3. Fertilizers for plants: types, influence and nutrition. Available at : https://stylus.ua/uk/articles/445.html#:~:text. [in Ukrainian].

4. Huz M.M., Ivaniuk A.P., Holovka O.V. (2004). Ways to improve the operation of the plant nursery of the UkrDLTU Botsard. Scientific bulletin of NLTU of Ukraine. Forestry and horticulture, 14.4, 9-13 [in Ukrainian].

5. Kondratenko, P.V., Bublyk M.O. (1996). Methods of field research with fruit crops]. Kyiv. 95 p. [in Ukrainian].

6. Kosenko, Yu. I. (2015). Current state and agrotechnological principles of improvement of decorative nurseries of Ukraine: autoref. thesis to obtain a scientific degree of candidate. s.-g. Sciences: spec. 06.03.01 "Forest crops and phytomelioration". K., 22 p. [in Ukrainian].

7. Kyienko Z. B. (2003). Dependence of plant growth, leaf area and yield of different potato varieties on the level of plant mineral nutrition and growth stimulants. Potato growing: interdisciplinary. subject of science Coll./Institute of Potato Planting of the Ukrainian Academy of Sciences. Vol. 32. 99-107 pp. [in Ukrainian].

8. Lialin, O. I., Tarnopilska O. M., Tkach L. I., Musiienko S. I., Bondarenko V. V. (2020). Similarity, preservation and condition of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings grown in containers. Scientific bulletin of NLTU of Ukraine. Vol. 30, no. 2, pp. 44-48. [in Ukrainian].

9. Maurer V.M., Pinchuk A.P., Boboshko-Bardyn, I.M., Kosenko, Yu.I. (2016). Decorative nursery: a textbook. Kyiv: NUBiP of Ukraine. 284 p. [in Ukrainian].

10. Maurer, V. M. (2007). Decorative nursery: educational guide. Vinnytsia: Nova Kniga. 264 p. [in Ukrainian].

11. Maurer, V.M., Kosenko, Y.I., But A.A. (2016). Decorative nurseries of Ukraine: current state, problems and prospects. Kyiv: RVC NUBiP of Ukraine. 211 p. [in Ukrainian].

12. Melnychuk, D. et al. (2016). Soil quality and modern fertilization strategies, 358 p. [in Ukrainian].

13. Nosnikau, V., Kimeichuk, I., Rabko, S., Kaidyk, O., Khryk, V. (2021). Growth and Development of Seedlings of Scots Pine and European Spruce Container Seedlings Using Various Materials to Neutralise the Substrate. Scientific Horizons, 24(4), 54-62. https://doi.org/10.48077/SCIHOR.24(4).2021.54-62.

14. Pinchuk, A.P., Ivaniuk, I.V. (2019). Improving the quality of Scots pine planting material with the use of «Avatar-1» microfertilizer. Available at : http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Lis/article/view/13667/12836. [in Ukrainian].

15. Rohovskyi S.V., Masalskyi V.P., Lavrov V.V. (2018). Modern technologies in nurseries, an educational and methodological guide to studying the discipline for students of the Faculty of Agro-Biotechnology. Bila Tserkva, 184 p. [in Ukrainian].

16. Savushchyk M.P., Khromuliak O. I., Shlonchak H. A., Yashchuk I.V. (2020). The influence of plant growth regulators on the growth of Scots pine seedlings in open ground conditions (SE «Kyivska LNDS»). *Forestry and agroforestry.* Vol. 136, 78-82. [in Ukrainian].

17. Tarasenko N.A. (2021). Peculiarities of growing forest planting material with an open root system in SE «Chernihiv Forestry»: final qualification paper: 205 «Forestry». Chernihiv, 66 p. [in Ukrainian].

18. Viliesov, H.I., Davydova, O.Ie. et al. (2002). Carbon-ammonium salts, complex fertilizers based on them and plant growth and development regulator Triman-1 for agricultural production and forestry. Recommendations for use. NAS of Ukraine, Ukrainian Academy of Agrarian Sciences. K., VPP «Kompas». 80 p.

19. Vlasenko, M.Iu., Kyienko, Z.B., Petrenko, S.D. (2007). Ways of increasing the efficiency of low rates of mineral fertilizers. *Potato production of Ukraine,* P. 8-9. [in Ukrainian].

20. Zhigunov, A., Saksa, T., Sved, J., Mochalov, B., Sokolov, A., Yegorov, A., Romanyuk, B. (2014). Establishment of forest plantations with container tree seedlings. St.Petersburg Forest Technical University, St.Petersburg Forestry Research Institute, Northern Research Institute of Forestry, Forestry Institute of the RAN Karelian Research Center, Finnish Forest Research Institute, Forestry Development Centre Tapio. St. Petersburg, Suonenjoki, St. Petersburg Forest Technical University, Finnish Forest Research Institute, 46 p.

21. Zibtseva, O.V. (2011). Cultivation of decorative planting material in forest areas]. Scientific journal National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, no. 164. 235-239 pp. [in Ukrainian].

22. Wang, Y., Jiang, C., Liu, H., Zhu, J., Li, J., Chen, P., ... & Wei, X. (2018). Effects of different fertilization methods on the growth of *Pinus tabuliformis* seedlings. Forests, 9(10), 602.

23. Zhang, H., Zhao, L., Yang, Y., Lv, W., & Yang, Y. (2019). Effects of different nitrogen fertilizer levels on the growth and nutrient utilization of *Pinus sylvestris var. mongolica* seedlings. Forests, 10(5), 371.

24. Su, H., Li, C., Zhang, X., Wang, X., & Fu, S. (2020). Effects of phosphorus application on the growth and nutrient uptake of *Pinus massoniana* seedlings under different nitrogen levels. Forests, 11(1), 73.

25. Zhou, C., Li, M., Yang, L., & Chen, X. (2021). Effects of potassium fertilization on the growth, photosynthetic characteristics, and nutrient accumulation of *Pinus sylvestris var. mongolica* seedlings. Journal of Forestry Research, 32(5), 2033-2042.

26. Singh, A., Garg, V.K., & Gupta, R.K. (2022). Growth, biomass allocation, and nutrient uptake of *Pinus roxburghii* seedlings in response to nitrogen and phosphorus fertilization. Journal of Plant Nutrition, 45(13), 3203-3214.

27. Hubeau, M., De Swaef, T., Baeten, J., De Schrijver, A., Luyssaert, S., & Lust, N. (2018). Potassium fertilization increases water-use efficiency in *Pinus sylvestris.* Forest Ecology and Management, 409, 554-561.

28. Müller, M., Saurer, M., Prohaska, N., Siegwolf, R., & Galiano, L. (2019). Long-term effect of fertilization on δ13C and δ18O in tree-ring cellulose of *Pinus sylvestris*. Trees, 33(2), 477-488.

29. Wang, H., Zhang, L., Chen, H., Xu, G., Li, L., & Ma, W. (2020). Effects of different nitrogen and phosphorus levels on the growth and photosynthetic characteristics of *Pinus sylvestris var. mongolica* seedlings. Forests, 11(1), 69.

30. Xing, M., Zhou, Y., Liu, X., Yue, Y., Shang, F., & Peng, C. (2021). Effects of phosphorus addition on nutrient status and growth of *Pinus tabuliformis* in a mixed forest. Forest Ecology and Management, 482, 118825.

31. Martínez-Carrasco, R., Benavides, R., Fernández-López, M., De Luis, M., & Čufar, K. (2022). Effect of phosphorus and nitrogen fertilization on growth and drought response of *Pinus sylvestris* L. Forests, 13(1), 45.

32. Hossain, M.M., Xuan, T.D., Wang, Y., Hoang, V.A., Cheng, W. (2018). Seedling production techniques and management of fruit and vegetable crops: A review. Journal of Agricultural Science, 10(12), 323-331.

33. Upadhyaya, S.K., Singh, A., Chandrasekharan, H., Gowda, K.T., Gopinath, K.A. (2019). Innovative nursery techniques for quality seedling production in horticultural crops. International Journal of Horticultural Science, 25(2), 111-118.

34. Bal, R.S., Singh, K.K., Bhardwaj, S.D., Chaudhari, S.K. (2020). Growth and nutrient status of vegetable seedlings as influenced by organic and inorganic fertilizers. Indian Journal of Horticulture, 77(2), 271-275.Li, Y., Wang, Q., Liu, J., Chen, L. (2021). Effects of different fertilizers on seedling growth and nutrient uptake in Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*) seedlings. Forests, 12(4), 436.

35. Smith, S.E., Krull, E.S., Gardner, T.G., Sreekumari, T.K. (2022). Influence of organic and inorganic fertilizers on tomato seedling growth and yield. Journal of Plant Nutrition, 45(6), 894-905.

36. Seo, M., Park, K., Kim, D., Lee, D., Cho, S., & Cho, S. (2018). Effects of nursery fertilization on the early growth and nutrient contents of *Pinus koraiensis* seedlings. Forest Science and Technology, 14(2), 79-85.

37. Grzesiak, S., Granata, M. U., & Toorop, P. (2019). The impact of nursery fertilization on growth and root architecture of *Pinus sylvestris* seedlings. Trees, 33(3), 741-753.

38. Beuker, E., & Fife, D. (2020). Fertilization strategies for container-grown red pine seedlings in the northern United States. Forest Science, 66(4), 473-479.

39. Pokharel, R. R., Harris, R. W., & Pinto, J. R. (2021). Fertilization effects on growth and nutrient status of *Pinus ponderosa* seedlings. Forest Science, 67(1), 86-95.

40. Sun, Z., Chen, Q., & Wu, L. (2022). Effects of nursery fertilization on growth and nutrient contents of *Pinus tabuliformis* seedlings. New Forests, 53(1), 45-58.

41. Aldoss, A. A., Han, L., Gong, Y., Sun, Y., & Wang, Z. (2018). Impact of nitrogen fertilization on the growth and physiology of *Pinus massoniana* seedlings under different water regimes. Forests, 9(12), 768.

42. Collado-González, J., Lázaro-Nogal, A., & Milla, R. (2018). Fertilization increases intraspecific trait variation and plasticity but not the interspecific trait differences in seedlings of Mediterranean pines. Frontiers in Plant Science, 9, 336.

43. Li, W., & Ma, Y. (2019). Effect of nitrogen and phosphorus addition on the growth, biomass allocation, and nutrient stoichiometry of *Pinus koraiensis* seedlings in Northeast China. Forests, 10(3), 221.

44. Ulyshen, M. D., & Wagner, T. (2020). Pine bark and wood chip mulches influence early growth and mycorrhizal colonization of native and non-native pine seedlings. Plant and Soil, 452 (1-2), 235-247.

45. Andivia, E., Fernández, M., Pérez-Ramos, I. M., Vivas, M., & Bonet, F. J. (2021). Aboveground biomass allocation in *Pinus pinea* seedlings under contrasting nitrogen fertilization regimes. Forests, 12(3), 371.

I. V. Kimeichuk[1], S. V.Gornovska[2]
[1]Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

PECULIARITIES OF GROWING PLANTING MATERIAL AND USING FERTILIZERS AT THE «BILA TSERKVA FORESTRY» BRANCH

The purpose of the presented article is to determine the expediency of using modern complex types of fertilizers during the cultivation of decorative planting material in forest nurseries. An active experiment was carried out with the help of visual observation, assessment of the appearance of plants according to their growth and development in the process of applying different types and doses of fertilizers, as well as measuring and recording the results obtained using the analysis and synthesis of the obtained field data. The types of fertilizers used in the experiment to study their effect on woody plants allowed us to state that the best fertilizers for thuja "emerald" and juniper rock are "Actiwin", "Plantafol" and "Bona Forte". When comparing the effectiveness of complex fertilizers, it can be concluded that their use is largely reflected in its effect on plants from the positive side. Applied complex preparations, which are created for specific coniferous or deciduous plants, perform their functions better than alternative combined fertilizers. When comparing the effectiveness of complex fertilizers on plants, the maximum results were obtained when using certain fertilizers intended for specific types of plants: for Emerald thuja and rock juniper, the best fertilizer is "Actiwin"; for Thunberg's barberry and evergreen boxwood, the complex preparation for deciduous plants - "Bona Forte" is more effective. When applying fertilizers, it is necessary to determine the optimal dose of their application, taking into account the temperature and water regimes and species-specific features of the cultivated plants.It is worth emphasizing the use of complex organo-mineral fertilizers, the effectiveness of which is much higher than the separate application of organic and mineral fertilizers, and such as are more environmentally safe. In addition, calculations of the cost of selected tree species were made and an analysis of prices and costs correlated with plant growth in height and root system was given. Economic calculations were carried out in order to take into account the cost of growth stimulants and the indicators that they allow to be achieved with a comparison of the cost for the end consumer.

Key words: *soil, complex fertilizers, decorative plants, plant growth, drugs, the effect of fertilizers.*

УДК 630*23*228*232.44: 630*2

В. Б. Левченко[1], М. С. Карпович[2],
О. І. Шемет[3], О. В. Левандовська[4], О. В. Бєльська[5]
[1,2,3,4] Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирська область, Україна
[5] Поліський природний заповідник, Селезівка, Житомирська область, Україна

ПАТОЛОГІЇ СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ В КОНТЕКСТІ ДЕРЕВИННО-КІЛЬЦЕВИХ ХРОНОЛОГІЙ ЛІСОГОСПОДАРСЬКИХ ФІЛІЙ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ЛІСИ УКРАЇНИ» ТА ПРИРОДООХОРОННИХ НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ ВІДДІЛЕНЬ ПОЛІСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА В УМОВАХ ЛІСОВИХ ЕДАТОПІВ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

Висвітлено актуальні питання лісопатологічного моніторингу соснових деревостанів на прикладі лісогосподарських філій ДП «Ліси України» Житомирської області, а також природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника. Встановлено, що середня залежність впливу лісових патологій на приріст сосни звичайної знаходиться в межах кореляційної залежності $x \leq 0{,}04 \pm 0{,}2$. Проаналізовано патологічний вплив комплексу несприятливих біотичних, абіотичних, пірогенних, антропогенних факторів на прирости сосни звичайної в умовах лісогосподарських філій Державного підприємства «Ліси України», а також природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника. Концептуально розглянуто та досліджено вплив пірологічного фактора під час діючої лісової пожежі, а також постпірогенезу на формування приросту і продуктивність сосни звичайної в умовах Житомирського Полісся. Встановлено, що змін погодно-кліматичних умов, біологічна дія збудників кореневої губки, соснової губки, вершинного, шестизубчатого короїдів на прирости соснових деревостанів в умовах Поліського природного заповідника знижує продуктивність закладання приросту сосни звичайної в межах коефіцієнта детермінації $r=0{,}44\text{-}0{,}46$. Особлива увага в статті акцентована на впливу погодно-кліматичних факторів щодо формування раннього та пізнього приростів сосни звичайної в умовах зони Центрального Полісся України і Житомирського Полісся зокрема. Наведено детальну характеристику щодо коефіцієнтів кореляції та детермінації в розрізі приростів сосни звичайної генералізованих деревинно-кільцевих хронологій в залежності від середньомісячної температури та суми опадів за вегетаційний період при ступеню достовірності $p \leq 0{,}05$. Встановлено, що недостатня

[1]**Левченко Валерій Борисович**, канд. с.-г. наук, доцент, Малинський фаховий коледж. E-mail: waleriy07@ukr.net; https://orcid.org/0000-0002-3638-1015;
[2]**Карпович Марина Сергіївна,** канд. с.-г. наук, Малинський фаховий коледж. E-mail: marinakarpovich1990@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-4159-5499;
[3]**Шемет Олена Іванівна,** спеціаліст вищої категорії, викладач-методист, Малинський фаховий коледж. E-mail: mk.mltk1927@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-1244-1407;
[4]**Левандовська Ольга Василівна,** студент, Малинський фаховий коледж. E-mail: olalevandovska970@gmail.com, https://orcid.org 0009-0001-6735-006X;
[5]**Бєльська Ольга Валеріївна,** старший науковий співробітник, Поліський природний заповідник. E-mail: olucky@i.ua, https://orcid.org 0000-0002-1745-344X.

кількість вологи у ранньовесняний період суттєво знижує продуктивність закладання раннього приросту сосни звичайної в умовах Перганського, Копищанського, Селезівського природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника, що впливає на зниження продуктивності деревостанів в межах коефіцієнта кореляції x=0,53±0,02. Досліджено, що ураження збудниками кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, пошкодження пристигаючих та стиглих деревостанів вершинним, шестизубчатим короїдами, а також вплив постпірогенезу минулих років, суттєво впливають на закладання пізніх деревинно-кільцевих приростів. Доведено, що на продуктивність пристигаючих та стиглих соснових деревостанів як в умовах лісогосподарських філій ДП «Ліси України», так і Перганського, Копищанського, Селезівського природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника суттєво впливають поточний лісопатологічний стан соснових насаджень, погодно-кліматичні та пірогенні умови, що визначається кореляційною залежністю на рівні x=0,44±0,3.

Ключові слова: *ліс, патології, деревинно-кільцеві хронології, пірогенез, збудник, шкідник, кореляція, регресія, детермінація, продуктивність.*

Вступ. Стрімкий процес всихання пристигаючих і стиглих деревостанів сосни звичайної в умовах зони Центрального Полісся України станом на 2023 р. становить понад 62,3, 3 тис. га, а питома маса всохлої деревини складає понад 21,3 млн. м^3 [1]. Цей процес завдає значних економічних, рекреаційних, соціальних, природоохоронних збитків, призводить до різкого погіршення лісопатологічного, пірогенного стану та зниження продуктивності лісів Житомирського Полісся [2, 4]. Зовнішні морфологічні ознаки порушення нормальної життєдіяльності пристигаючих та стиглих деревостанів в умовах лісогосподарських філій Державного підприємства «Ліси України», а також природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника під впливом погодно-кліматичних, лісопатологічних, пірогенних факторів даються в знаки лише за умови констатації фінальної фази прояву деструктивної дії на лісостани сосни звичайної, коли частіше за все зміни в лісових екосистемах є незворотними. Одностайно усунути проблему зниження продуктивності і відмирання соснових лісів в умовах Житомирського Полісся на прикладі лісогосподарських філій ДП «Ліси України», а також Селезівського, Копищанського, Перганського природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника нажаль однозначно не можливо, виходячи лише з досліджень окремо взятих патологічних процесів. Лісівничі, фітопатологічні, ентомологічні, пірологічні дослідження мають бути спрямовані на вивчення комплексно-часової динаміки мінливості деревинно-кільцевого приросту в контексті процесу впливу погодно-кліматичних умов через коефіцієнти математичної статистики, зокрема - кореляції, детермінації і регресії, що практичним чином відображається в деревинно-керновому моніторингу наростання стовбурової маси під впливом природних і

антропогенних факторів. У ролі еталонного природного індикатора який досить об'єктивно дає можливість оцінити зміни в лісових екосистемах зони Центрального Полісся і Житомирського Полісся зокрема, є річне кільце в контексті закладання раннього та пізнього приростів, кореляційні зв'язки радіальних приростів пристигаючих та стиглих соснових деревостанів в умовах лісогосподарських філій ДП «Ліси України» та природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника. На сьогоднішній день наукове питання лісівничого моніторингу ступеню та характеру впливу природних процесів, лісопатологічних та ентомологічних чинників, пірогенезу, антропогенних факторів на лісові екосистеми Житомирського Полісся успішно вирішуються із розширеним застосуванням деревинно-кільцевого методу аналізу приростів та продуктивності деревостанів, що є одним із найбільш перспективних напрямків проведення лісівничого моніторингу [3, 5, 7]. В нашому практичному випадку дендрохронологія як спосіб об'єктивного моніторингу соснових деревостанів базується на дендрологічні «пам'яті» сосни звичайної в лісорослинних умовах Житомирського Полісся і хронологічній фіксації всіх погодно-кліматичних та пірогенних змін у вигляді приросту річного кільця, що відбуваються як у середині лісової екосистеми, так і в погодно-кліматичних умовах [6, 8, 10].

На сучасному етапі в умовах філій лісогосподарських підприємств ДП «Ліси України», а також природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника під впливом змін погоди, клімату, збудників кореневої губки, соснової губки, шкідників вершинного, шестизубчатого короїдів, пірогенезу в пристигаючих та стиглих деревостанах, а також безпосереднього антропогенного впливу протягом 2021-2023 років в умовах зони Центрального Полісся України і особливо в умовах лісокористувань Житомирської області де відбувались лісові пожежі, а в 2018, 2019, 2020 роках, і масштабні. Слід також зазначити, що з початком вторгнення на територію України російського агресора, лише від військових дій на територіях лісокористувань філій ДП «Ліси України» в Житомирські області від обстрілів, пожеж викликаних бойовими діями в природних лісових екосистемах, деструктивного впливу на надґрунтовий покрив в результаті мінування, було знищено лісів на площі 563,4 тис. га. Тому в подальшому, використання методу деревинно-кільцевих хронологій з метою визначення життєздатності, продуктивності, резистентності деревостанів сосни звичайної матиме важливу практичну актуальність [9, 11, 12].

Матеріал і методи дослідження. Закладку пробних площ та визначення лісотаксаційних показників деревостанів проводили відповідно до загальноприйнятих у лісівництві методик [13]. У кожного дерева на висоті 1,3 м

вимірювався діаметр у двох напрямах (з точністю до 0,1 см) за допомогою лісової мірної вилки. Середній діаметр деревостану на пробній площі обчислювали як середнє квадратичне через суму площ перерізів стовбурів дерев. Висота дерев визначалася базовим висотоміром (Suunto PM-5/1250) з точністю до 0,1 м, кількість виміряних дерев становила 50% від загальної кількості дерев на пробних площах. Структуру лісових насаджень з участю сосни звичайної за повнотою, бонітетом, віком, складом і продуктивністю визначали шляхом аналізу таксаційної бази «Лісовий фонд України» ВО «Укрдержліспроект» станом на 01.01.2022 р. стосовно лісогосподарських філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства, а також в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника. Проаналізовано бази даних лісовпорядкування лісового фонду: Філія «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», Філія «Білокоровицьке лісове господарство» ДП «Ліси України», Філя «Радомишльське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», а також в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника. Під час роботи з базою даних лісовпорядкування використовували комп'ютерні програми NewUnPackOHOTA, MS Access та MS Excel, методичні рекомендації, що розроблені науковцями УкрНДІЛГА [14]. Ймовірність збереження соснових деревостанів до певного віку оцінювали за методикою Ю. П. Демакова [15], яку вже апробували стосовно ясенових [5, 7], дубових [12], березових насаджень [16]. Згідно із цим, розраховували частки площі насаджень кожного 10-річного класу віку та кумулятивну частку деревостанів які зберігаються до певного віку. Польові дослідження здійснювали у 2021-2023 рр. на 130 постійних і тимчасових пробних площах.

У камеральних умовах для усунення впливу віку дерев та інших сигналів не кліматичного характеру на динаміку радіального приросту сосни звичайної була проведена стандартизація індивідуальних серій приросту, виконана у програмі ARSTAN з від'ємною експонентною функцією [12]. Серії, у яких мінливість не описувалася експонентною кривою, було виключено з аналізу. Для вибірок із кожної постійної пробної площі побудовано деревно-кільцеві хронології шляхом визначення середнього значення радіального приросту дерев. Індекси деревно-кільцевих хронологій річної, ранньої та пізньої деревини обчислювали методом 3-річної варіаційної кривої [17]. Для оцінювання мінливості деревно-кільцевих хронологій було розраховано коефіцієнт варіації (V), що являє собою відношення середнього квадратичного відхилення до

середнього арифметичного яке виражене у відсотках. Значення V<10 відповідає слабкій мінливості, 11-25 % – середній, V > 25 % – високій [18]. Серія кілець вважається чутливою до впливу кліматичного та патологічного фактора, якщо середній коефіцієнт чутливості перевищує 0,3 [15]. Вплив погодних умов та пірогенезу на радіальний приріст сосни звичайної оцінювали за даними метеостанцій Житомир та Коростень за 2021-2023 рр.

Аналіз літературних джерел. Поняття «Санітарний стан лісів» оцінює спроможність лісу виконувати екологічні функції та відповідати цілям ведення лісового господарства [1, 9, 12]. У вузькому сенсі, стан лісових насаджень оцінюють за співвідношенням кількості дерев окремих категорій санітарного стану [12, 14, 16]. Відповідність стану цим категоріям визначають візуально за сукупністю ознак, зокрема щільністю та забарвленням крони, наявністю сухих гілок, водяних пагонів, плодових тіл грибів, тріщин і некрозів стовбурів тощо [12, 13]. Санітарний стан лісів значною мірою визначається їхньою біологічною стійкістю, яка залежить від впливу комплексу чинників трьох груп: біотичних, абіотичних і антропогенних [10, 14]. На стійкість штучних насаджень найбільш вагомо впливають антропогенні чинники, серед яких важливе місце належить безпосередньо лісокультурній діяльності [17]. Антропогенні чинники визначають і модифікують склад, структуру та форму лісових насаджень, впливають на їх системні зв’язки та функціональні властивості. Вплив антропогенних чинників на біологічну стійкість штучних насаджень (позитивний або негативний), виявляється як прямо, внаслідок застосування тих чи інших способів їх закладання (висівання, посадки), використання певного садивного матеріалу (насіння, сіянців із не травмованою і травмованою кореневою системою), запровадження обґрунтованих або необґрунтованих типів змішування (деревного, деревно-тіньового чи деревно-чагарникового), так і опосередковано – через зміну абіотичних і біотичних чинників [8, 10, 13]. Тому до чинників сучасного погіршення стану лісів України і Житомирського Полісся зокрема, половина з яких є штучними, належать також помилки та прорахунки у лісовідновленні та лісорозведенні допущені у минулому. Особливо на це слід зважати при майбутньому відновленні лісів на територіях після ведення воєнних дій та на деокупованих після російських загарбників територіях. Під впливом чинників ослаблення відбувається природний відпад деревостану упродовж життя, але в деяких випадках він стає патологічним [12], що спричиняє розладнанню деревостанів. Внаслідок цього, до віку стиглості зберігається далеко не всі насадження [2, 4, 12]. У зв’язку із цим, необхідно проаналізувати вікову структуру соснових насаджень у регіоні досліджень з врахуванням типу лісорослинних умов, повноти, складу та бонітету насаджень, що дасть змогу

диференційовано визначати вік стиглості, поки деревина не погіршила свої якості.

Стан дерев не є постійним упродовж їхнього життя і може поліпшуватися чи погіршуватися під впливом різних чинників середовища. Стан насаджень погіршується на великій території під впливом посухи, урагану, пожежі, рекреації, техногенних викидів, спалахів масового розмноження комах-фітофагів, епіфітотій грибних або бактеріальних захворювань, а з лютого 2022 року і бойових дій внаслідок російського агресії проти України [16]. Перші згадки щодо патологічних процесів, пов'язаних із всиханням і відмиранням пагонів та деревостанів сосни звичайної було опубліковані в кінці 1950-х, на початку 1960-х років у Північно-Східних штатах США. Серед можливих причин цього явища, називали комплекс взаємодіючих погодно-кліматичних та біотичних чинників, у тому числі забруднення повітря, дефіцит води в деревині, гриби, віруси та нематоди [7, 12]. Серед причин ослаблення соснових насаджень вказують гриби, бактерії, нематоди, мікоплазми, комахи, лісові пожежі [16], кліматичні та ґрунтово-гідрологічні чинники [14] тощо, проте консенсусу наразі не досягнуто. У соснових насадженнях виявляють патологічні зміни шпильок, насіння, заболонної деревини, порушення процесів фотосинтезу та транспірації, зниження технічної якості деревини [12, 14, 15]. Разом із тим дослідники єдині у тому, що деградація обумовлена не одним чинником, а комплексом взаємопов'язаних стресових чинників які складно і по різному поєднуються у природно-кліматичних зонах і виявляються протягом тривалого періоду. Таким чином, без застосування ефективних заходів щодо збереження, відновлення і покращання стану соснових насаджень, існує реальна можливість повної їх втрати як природної формації [12]. Основними абіотичними чинниками, що впливають на ріст і стан насаджень, є зміни екологічних умов – температури, вологості, вітрового режиму, освітленості, які відбуваються внаслідок як глобальної зміни клімату, так і зміни мікроклімату під впливом діяльності людини. Під цим впливом змінюються також едафічні умови (родючість, структура, текстура, пористість, водний і повітряний режими, хімічний склад ґрунту) та гідрологічний режим (коливання рівня ґрунтових вод, вміст вологи у ґрунті) [6, 10, 14]. Зазначені зміни можуть призвести до зміни природних ареалів поширення основних лісоутворюючих порід, видового складу та просторової структури лісів [15]. До основних біотичних чинників, які найбільш негативно впливають на продуктивність і стабільність лісових екосистем, а також обумовлюють трансформаційні процеси, належать інвазії комах, епіфітотії збудників хвороб, лісові пожежі, життєдіяльність диких тварин і випасання худоби [2, 6, 8, 12, 14]. Так, штучне відновлення лісів після рубок головного користування і плантаційне вирощування інтродуцентів призводять до значних

змін породного складу лісів і доволі часто до ураження насаджень різноманітними хворобами та пошкодження комахами [6, 12].

Ширина річного кільця радіального приросту варіює в певних межах для кожної деревної породи та залежить від природної зони, лісорослинних умов, віку та структури насаджень. Структура річного кільця виражається у співвідношенні ширини шарів ранньої та пізньої деревини. Встановлено [6, 10, 14, 17], що у зоні Центрального Полісся, ширина шару пізньої деревини є майже постійною упродовж усього періоду росту дерева, тоді як ширина шару ранньої деревини залежить від змін у навколишньому середовищі. У кільцево-судинних порід майже постійною залишається ширина кільця ранньої деревини, а пізня деревина реагує на дію різних чинників. Зменшення ширини річного приросту з віком або у зв'язку зі зміною екологічних умов у хвойних порід відбувається за рахунок ранньої деревини, а у листяних – за рахунок пізньої. Тому з віком у хвойних порід зростає частка пізньої деревини у приростi, а у листяних кільцево-судинних – зменшується [13].

Результати дослідження. Аналіз деревинно-кільцевих хронології різних видів дерев в умовах філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства, зокрема: Філія «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», Філія «Білокоровицьке лісове господарство» ДП «Ліси України», Філя «Радомишльське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», а також в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника, що сосна звичайна є не лише найбільш поширеним, а й корінним віковим видом для зони Центрального Полісся України і Житомирського Полісся зокрема. За результатами досліджень нами було встановлено, що саме соснові деревостани були в умовах Житомирського Полісся корінними, так як їх вік поширення в Центральному Поліссі досягав 300 років. Вибрані статистичні характеристики абсолютних значень приросту соснових деревостанів наведено у таблиці 1. Найбільші коливання середньої та максимальної ширини річних кілець характерні для сосни звичайної у пристигаючих та стиглих деревостанах.

За результатами аналізу приростів в розрізі філій лісогосподарських підприємств ДП «Ліси України», а також Селезівського, Перганського та Копищанського природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника нами було встановлено, що вплив умов зростання попередніх років на ранній та пізній приріст поточного року чітко простежується у всіх хронологій пристигаючих та стиглих деревостанів сосни звичайної.

Таблиця 1

Вплив патологій, пірогенезу та погодно-кліматичних чинників на динаміку приросту сосни звичайної в умовах філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України» (середнє за 2021-2023 роки)

№ облікової пробної площі	Квартал	Виділ	ЛРУ	Площа пробної ділянки, га	Склад деревостану	Вік, років	Кількість відібраних кернів,	Середнє значення приросту, мм			Коефіцієнт детермінації, r	Коефіцієнт кореляції, x	Точність досліду, p, %
								рання деревина	пізня деревина	річний приріст			
Філія «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України»													
1	6	22	B_2	0,5	8Сз+2Дз+Бп	62	10	0,84	1,61	2,45	± 0,34	0,462	3,3
2	9	6	A_2	0,5	8Сз+1Дз+1Бп	64	10	0,64	2,09	2,73	± 0,66	0,623	2,4
3	11	6	B_2	0,5	9Сз+1Бп+Дз	52	10	0,52	2,18	2,70	± 0,56	0,812	2,5
4	14	21	A_2	0,5	9Сз1Бп	56	10	0,67	3,16	3,83	± 0,45	0,531	3,6
5	43	10	B_2	0,5	9Сз1Дз	54	10	0,80	2,10	2,90	± 0,62	0,412	2,7
$НІР_{005}$	-	-	-	-	-	-	-	0,19	0,26	0,24	± 0,34	0,23	0,18
Філя «Радомишльське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України»													
6	2	16	A_2	0,5	10Сз+Бп	62	10	0,64	2,16	2,80	± 0,82	0,521	2,3
7	5	5	B_2	0,5	10Сз+Бп	62	10	0,92	3,18	4,10	± 0,76	0,744	3,4
8	12	2	B_2	0,5	10Сз	64	10	0,78	2,74	3,52	± 0,74	0,652	2,5
9	12	4	A_2	0,5	10Сз+Бп	67	10	0,82	2,45	3,27	± 0,62	0,722	3,6
10	18	32	A_2	0,5	10Сз	67	10	0,65	3,15	3,80	± 0,52	0,681	2,7
$НІР_{005}$	-	-	-	-	-	-	-	0,28	0,22	0,22	± 0,36	0,26	0,19
Філія «Білокоровицьке лісове господарство» ДП «Ліси України»													
11	8	3	A_2	0,5	10 Сз+Бп	62	10	0,74	1,61	2,35	± 0,64	0,521	3,2
12	20	11	B_2	0,5	10 Сз+Бп	64	10	0,84	2,04	2,88	± 0,66	0,654	2,5
13	26	23	B_2	0,5	10 Сз	67	10	0,92	2,54	3,46	± 0,72	0,512	2,4
14	27	23	A_2	0,5	10 Сз	62	10	0,54	3,12	3,66	± 0,85	0,642	2,6
15	27	18	A_2	0,5	10 Сз+Бп	63	10	0,63	2,18	2,81	± 0,62	0,751	2,8
$НІР_{005}$	-	-	-	-	-	-	-	0,34	0,26	0,29	± 0,56	0,28	0,20
Філія «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України»													
16	27	5	A_2	0,5	10 Сз	55	10	0,84	1,16	2,00	± 0,64	0,463	3,5
17	38	32	A_2	0,5	10 Сз	62	10	0,64	1,24	1,88	± 0,66	0,624	2,6
18	45	1	A_2	0,5	10 Сз	64	10	0,98	2,19	3,17	± 0,56	0,514	2,8
19	45	3	A_2	0,5	10 Сз	64	10	0,54	3,12	3,66	± 0,65	0,434	3,6
20	45	4	A_2	0,5	10 Сз	60	10	0,72	2,17	2,89	± 0,46	0,743	3,4
$НІР_{005}$	-	-	-	-	-	-	-	0,18	0,23	0,20	± 0,46	0,21	0,24

Продовження таблиці 1

№ облікової пробної площі	Квартал	Виділ	ЛРУ	Площа пробної ділянки, га	Склад деревостану	Вік, років	Кількість відібраних кернів,	Середнє значення приросту, мм			Коефіцієнт детермінації, r	Коефіцієнт кореляції, x	Точність досліду, p, %
								рання деревина	пізня деревина	річний приріст			
Філія «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України»													
21	10	24	A_2	0,5	10 Сз	55	10	0,84	2,45	3,29	± 0,51	0,361	2,3
22	12	15	A_2	0,5	10 Сз	64	10	0,64	2,17	2,81	± 0,46	0,524	2,0
23	28	33	A_2	0,5	10 Сз	62	10	0,54	2,15	2,69	± 0,64	0,422	3,0
24	29	28	B_2	0,5	10 Сз	70	10	0,65	2,64	3,29	± 0,72	0,622	4,1
25	40	19	B_2	0,5	10 Сз	75	10	0,87	3,14	4,01	± 0,82	0,811	3,2
$НІР_{005}$	-	-	-	-	-	-	-	0,26	0,22	0,19	± 0,32	0,16	0,24
Філія «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України»													
26	21	40	A_2	0,5	10 Сз	62	10	0,84	2,21	3,05	± 0,53	0,632	3,8
27	26	20	A_2	0,5	10 Сз	60	10	0,65	3,12	3,77	± 0,67	0,741	2,1
28	36	42	A_2	0,5	10 Сз	55	10	0,24	3,34	3,67	± 0,59	0,474	2,8
29	53	29	A_2	0,5	10 Сз	55	10	0,67	2,45	3,12	± 0,74	0,523	2,6
30	53	36	A_2	0,5	10 Сз	62	10	0,87	2,16	3,03	± 0,82	0,651	2,4
$НІР_{005}$	-	-	-	-	-	-	-	0,29	0,34	0,18	± 0,54	0,24	0,18
Поліський природний заповідник													
31	69	9	A_2	0,5	10 Сз	65	10	0,64	2,16	2,80	± 0,65	0,781	2,3
32	70	13	A_2	0,5	10 Сз	60	10	0,54	2,36	2,90	± 0,74	0,674	3,4
33	98	17	A_2	0,5	10 Сз	65	10	0,74	3,12	3,86	± 0,64	0,562	2,5
34	98	2	A_2	0,5	10 Сз	70	10	0,62	2,19	2,81	± 0,78	0,742	3,6
35	101	6	A_2	0,5	10 Сз	75	10	0,81	1,24	2,05	± 0,52	0,621	2,7
$НІР_{005}$	-	-	-	-	-	-	-	0,28	0,32	0,19	± 0,56	0,21	0,24
Поліський природний заповідник													
36	48	3	A_2	0,5	10 Сз	52	10	0,45	1,64	2,09	± 0,56	0,424	2,2
37	48	6	A_2	0,5	10 Сз	55	10	0,56	2,04	2,60	± 0,74	0,622	3,2
38	48	13	A_2	0,5	10 Сз	50	10	0,41	2,14	2,55	± 0,62	0,822	3,1
39	48	18	A_2	0,5	10 Сз	54	10	0,31	1,65	1,96	± 0,52	0,511	3,6
40	48	19	A_2	0,5	10 Сз	52	10	0,87	2,47	3,34	± 0,56	0,624	2,1
$НІР_{005}$	-	-	-	-	-	-	-	0,34	0,32	0,29	± 0,44	1,22	1,24
Поліський природний заповідник													
41	49	10	A_2	0,5	10 Сз	62	10	0,91	3,24	4,15	± 0,34	0,563	2,5
42	49	16	A_2	0,5	10 Сз	64	10	0,87	3,16	4,03	± 0,46	0,724	3,1
43	49	18	A_2	0,5	10 Сз	52	10	0,64	2,47	3,11	± 0,76	0,544	2,2
44	49	23	A_2	0,5	10 Сз	50	10	0,52	2,61	3,13	± 0,65	0434	2,3
45	49	28	A_2	0,5	10 Сз	54	10	0,68	2,10	2,78	± 0,46	0,623	2,4
$НІР_{005}$	-	-	-	-	-	-	-	0,23	0,21	0,34	± 0,43	0,26	0,24

Найвищі показники коефіцієнту кореляції x=0,53 притаманні хронологіям по сосні звичайній у віці 61-72 роки. При цьому коефіцієнт детермінації становить r=0,46 при точності досліду p=2,34±1,2%. Причиною таких результатів став суттєвий вплив умов зростання попередніх років за період з 1961 по 1976. При визначенні коефіцієнта чутливості у варіаційній статистичній вибірці ми встановили, що він складає для всіх пробних площ в межах 0,25-029±0,2.

При проведенні досліджень по впливу погодно-кліматичних умов, а також збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, дії вершинного, шестизубчатого короїдів, ознак постпірогенного впливу на ранній та пізній прирости сосни звичайної в умовах філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства, зокрема: Філія «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», Філія «Білокоровицьке лісове господарство» ДП «Ліси України», Філя «Радомишльське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», а також в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника нами було зазначено, що загальним обмежуючим фактором який визначає приріст сосни звичайної на досліджуваних пробних площах є недостатнє зволоження при високій температурі першої половини поточного вегетаційного сезону, зокрема березня-травня. Вплив температурного режиму на закладання раннього та пізнього кільця сосни звичайної виявився набагато складнішим та різноманітнішим, ніж вплив опадів. Саме він став основним лімітуючим фактором у зниженні стійкості соснового деревостану пристигаючого та стиглого віку до несприятливого біологічного впливу збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, пошкодження вершинним та шестизубчатим короїдами і як наслідок – накопичення лісових горючих матеріалів. Все це створює суттєві передумови для виникнення та поширення пірогенезу на зазначених лісопокритих площах. Поряд із негативним впливом високої температури літа 2022 року у хвойних порід відзначається позитивний зв'язок із температурою весняних місяців, зокрема квітня 2022 року, під час якого і здійснюється закладання раннього приросту у соснових деревостанах. Гіпотетично ми можемо припустити, що висока температура квітня 2022 року створила умови для раннього початку вегетації. Це позитивно позначилось на формуванні нормального по ширині раннього приросту сосни звичайної. Тому нами було встановлено, що ці фізіологічні відмінності у хвойних порід визначаються: по-перше - специфікою видових особливостей зростання, по-друге - особливостями місць зростання. У хвойних пристигаючих та стиглих деревних порід в умовах їхнього спільного

зростання, погодно-кліматичний сигнал на кількість та періодичність опадів і температуру повітря виявився сильнішим саме для сосни звичайної (рис. 1). Нами встановлено, що фізіологічна реакція сосни звичайної в пристигаючому та стиглому віці на зміни кліматичних, лісопатологічних, пірогенних факторів обумовлена тим, що навіть при інтенсивному біологічному або піротермічному впливі, насадження зберігає стійкість у тому випадку, якщо у березні-травні місяці були сприятливі умови для закладання раннього деревного приросту. Саме це обумовлює імунітет соснових деревостанів на стійкість до збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, пошкодження вершинним, шестизубчатим короїдами, а також стійкість до всихання внаслідок підгару або формування вогневої підсушини кори під час низової лісової пожежі.

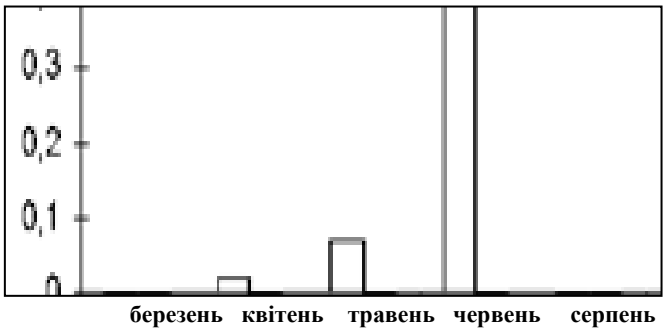


Рис. 1. Коефіцієнти кореляції приросту сосни звичайної при достовірності досліду p<0,05 раннього приросту з середньомісячною температурою та сумою опадів в умовах погодно-кліматичних змін Житомирського Полісся (середнє за 2021-2023 рр.)

Для більшості досліджуваних нами деревно-кільцевих хронологій, характерний регіональний кліматичний сигнал, в основному на опади та середньодобову температуру червня. На прикладі сосни звичайної представлені результати досліджень особливостей впливу погодно-кліматичних факторів залежно від умов місцезростання. Передбачалося, що пристигаючі та стиглі деревостани в лісорослинних умовах A_{1-2} у спекотні роки можуть страждати від посухи, тоді як на торфовищах вони великою мірою страждають від надлишку опадів. Об'єктом наших досліджень були соснові деревостани 48, 49 кварталів Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника, що різняться між собою умовами зволоження – сосняк сфагновий, сосняк чорнично-моховий і сосняк чорничний. В цілому динаміка радіального приросту дерев різних асоціацій збігається. Кореляційний аналіз показує, що найбільш тісний зв'язок з приросту спостерігається у сосняках чорничному та лишайниковому (Rs=0,45; p<0,000002, n=100), значно менше в сосняку чорничному та сфагновому (Rs=0,38; p<0,000007, n=100) і найнижча в типах лісу, що різко різняться по зволоженню, а саме між лишайниковим і

сфагновим (Rs=0,35; p<0,0001, n=100). Результати досліджень на території заповідника дозволили зробити висновок, що соснові деревостани незалежно до лісорослинних умов (сухий, свіжий, сирий, мокрий бір або субір) однаково реагують на недостатнє зволоження перших місяців вегетації. Циклічність у рядах приросту сосни звичайної трьох асоціацій різна і становить від 3 до 12 років (рис. 2).

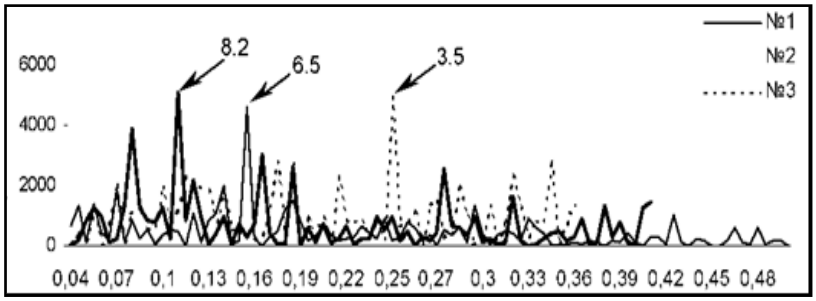


Рис. 2. Щільність дендрохронологічних рядів сосни звичайної пристигаючого віку в умовах Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника (середнє за 2021 по 2023 роки): 1-сосняк чорнично-моховий; 2-сосняк сфагновий ; 3-сосняк чорничний.

Гіпотеза, що дефіцит опадів має позитивно впливати на приріст дерев сфагнової сплавини, підтвердився. У цьому екотопі літній рівень ґрунтових вод визначається запасом вологи в зимово-весняний період, та сума річних опадів має більше значення, ніж літніх.

Сосна звичайна, що росте на сухих або заболочених ділянках відчуває на собі набагато сильніший вплив екстремальних значень температур і умов зволоження в порівнянні з ділянками, сприятливими для нормального росту.

Залежність ширини річних кілець пристигаючих та стиглих соснових деревостанів від кількості вологи дозволяє пов'язати роки найнижчого приросту з екстремально-сухими умовами місця зростання. При виділенні років з мінімальним приростом на кожній ділянці можна встановити роки, що характеризувалися мінімальними приростами на відносно широкій території. Оцінка просторового розподілу таких мінімумів дає змогу виявити масштаби територій, що одночасно охоплюються екстремальними кліматичними явищами, а відповідно і лісопатологічним впливом хвороб, шкідників, пірогенезу.

За період з 1961 по 2022 рр. нами було виявлено 13 років, коли мінімуми приросту спостерігалися одночасно у трьох пробних площах на території Житомирської Полісся (таблиця 2). Мінімуми приросту, що спостерігався у соснових деревостанів Житомирського Полісся повторювалися з періодичністю

в основному через 7-15 років. У проявах посушливих років чітко відслідковується географічна безперервність. Посухи в окремі роки: 1968, 1975, 1990, 2005, 2012, 2019, 2021, 2022 років ймовірно мали великий вплив на соснові деревостани району проведення досліджень.

Зважаючи на це ми побудували математично-кореляційну шкалу екстремально-низького приросту пристигаючих і стиглих деревостанів сосни звичайної в розрізі посушливого періоду за останні 60 років. Це нам дозволило виявити 9 років, коли мінімуми приросту річних кілець реєструвалися на території зони Центрального Полісся України і Житомирського Полісся зокрема.

Таблиця 2

Шкала синхронно-мінімального приросту сосни звичайної в розрізі пробних площ Житомирського Полісся (середнє за період з 1961 – 2022 роки)

Роки	Поліський природний заповідник	Філія «Овруцьке СЛГ» ДП «Ліси України»	Філія «Олевське ЛГ» ДП «Ліси України»	Філія «Коростенське ЛМГ» ДП «Ліси України»
1961		+	+	
1962	+	+	+	
1963		+	+	+
1964	+		+	+
1965		+		
1966				
1967				
1970				
1976	+	+	+	
1978			+	
1980	+		+	
1981				
1986				
1988	+	+		+
1989		+		
1990	+			
1991				
1993	+	+	+	
1995		+	+	+
1997	+	+		
1999	+	+	+	
2019				
2021				
2022				
$НІР_{005}$	0,24	0,26	0,22	0,28

Примітка: чорним маркером позначені роки, коли мінімальні прирости реєструвались одночасно в чотирьох пробних площах.

Для визначення впливу змін клімату останніх десятиріч на соснові лісові угрупування в умовах філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства, зокрема: Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», Філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України», Філії «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», Філії «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», Філії «Білокоровицьке лісове господарство» ДП «Ліси України», Філії «Радомишльське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», а також в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника, їх стійкість до збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, пошкодження вершинним, шестизубчатим короїдами, виникнення та масштабного впливу пірогенезу, ми провели порівняльний математичний аналіз ходу радіального приросту (таблиця 3) у різні хронологічні періоди часу (до та після 1961 рр.). Поділ цього хронологічного проміжку на два періоди часу був продиктований тим, що значні зміни клімату (у бік потепління та збільшення зволоженості) виявляються з 60-х років минулого століття і продовжуються до теперішнього часу. Методика роботи була запозичена у всесвітньо відомих дендрохронологів M. C. Stambaugh R. P. Guyette (2004).

Таблиця 3

Статистично-дендрохронологічні показники росту сосни звичайної в умовах філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України», а також в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника (середнє за період з 1961-2022 роки)

Вік деревостану	Хронологічні періоди	*n*	Средний радиус, R сер., (см)	Коефіцієнтваріації, V сер.	t-stat	*p*
10	до 1961	53	1,9	0,3	-4,3	<0,0001
	після 1961	34	2,4	0,5		
30	до 1961	38	4,3	0,9	-4,4	<0,0001
	після 1961	43	5,5	1,9		
50	до 1961	37	6,3	1,2	-3,7	<0,0003
	після 1961	43	7,8	3,7		
HIP_{005}	-	0,21	0,24	0,26	0,12	<0,0002

Аналіз отриманих деревинно-кільцевих радіусів виявив відмінності в динаміці приросту пристигаючих та стиглих деревостанів сосни звичайної між досліджуваними хронологічними періодами. Найбільші зміни у прирості за

останнє століття спостерігаються у сосни звичайної віком 30 та 50 років. Так, у сосни звичайно у віці 50-ти років середній радіус до 1961 р. дорівнює 7,0 см, а після 1961 рр.-10,9 см. Така сама закономірність спостерігається і у дерев віком 10 та 30 років.

Обговорення отриманих результатів. При проведенні аналізу приростів нами було встановлено, що вплив умов зростання попередніх років на ранній та пізній приріст поточного року чітко простежується у всіх хронологій пристигаючих та стиглих деревостанів сосни звичайної. Встановлено, що максимальні показники коефіцієнту кореляції в межах x=0,53 притаманні деревинно-кільцевим хронологіям сосни звичайній у віці 61-72 років. Коефіцієнт детермінації становить r=0,46 при точності досліду p=2,34±1,2%. Це свідчить про суттєвий вплив умов зростання попередніх років за період з 1961 по 1976. Коефіцієнт чутливості у варіаційній статистичній вибірці складає для всіх пробних площ в межах 0,25-029±0,2. Досліджено, що загальним обмежуючим фактором який визначає приріст сосни звичайної на досліджуваних пробних площах є недостатнє зволоження при високій температурі першої половини поточного вегетаційного сезону березня-травня. Вплив температурного режиму на закладання раннього та пізнього кільця сосни звичайної виявився набагато складнішим та різноманітнішим, ніж вплив опадів. Все це створює суттєві передумови для виникнення та поширення пірогенезу на зазначених лісопокритих площах. Встановлено, що фізіологічна реакція сосни звичайної в пристигаючому та стиглому віці на зміни кліматичних, лісопатологічних, пірогенних факторів обумовлена тим, що навіть при інтенсивному біологічному або піротермічному впливі, насадження зберігає стійкість у тому випадку, якщо у березні-травні місяці були сприятливі умови для закладання раннього деревного приросту. Саме це обумовлює імунітет соснових деревостанів на стійкість до збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, пошкодження вершинним, шестизубчатим короїдами, а також стійкість до всихання внаслідок підгару або формування вогневої підсушини кори під час низової лісової пожежі. Доведено, що соснові деревостани незалежно від лісорослинних умов (сухий, свіжий, сирий, мокрий бір або субір) однаково реагують на недостатнє зволоження перших місяців вегетації. Визначено, що циклічність у рядах приросту сосни трьох асоціацій різна і становить від 3 до 12 років. В результаті досліджень встановлено, що при виділенні років з мінімальним радіальним деревинно-кільцевим приростом на кожній ділянці росту деревостану сосни звичайної можна встановити роки, що характеризувалися мінімальними приростами на відносно широкій території. Оцінка просторового розподілу таких мінімумів дає змогу виявити масштаби територій, що одночасно охоплюються екстремальними кліматичними явищами,

а відповідно і лісопатологічним впливом хвороб, шкідників, пірогенезу. Погодно-кліматичні зміни суттєво знижують стійкість пристигаючих та стиглих деревостанів сосни звичайної до патологічної дії збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, пошкодження вершинним та шестизубчатим короїдам і як результат – накопичення лісових горючих матеріалів, що становить ризик пірогенезу в умовах філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства, а також Селезівського, Перганського, Копищанського природоохоронного науково-дослідного відділень Поліського природного заповідника.

Висновки.

1. Дослідженнями встановлено, що деревинно-кільцеві хронології сосни звичайної на закладених пробних площах в умовах філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства, а також Селезівського, Перганського, Копищанського природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника показують високу ступінь кореляції x=0,53±0,02 між впливом погодно-кліматичних факторів та закладанням раннього і пізнього приросту у пристигаючих та стиглих деревостанах сосни звичайної.

2. Досліджено, що радіальний приріст пристигаючих та стиглих деревостанів сосни звичайної в лісорослинних умовах зони Центрального Полісся обмежується недостачею зволоження у березні-травні місяці, що суттєво впливає на приріст та стійкість до збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, біологічної дії вершинного, шестизубчатого короїдів, термічної резистентності до горимості в результаті природного або антропогенного пірогенезу.

3. Встановлено, що вплив умов зростання попередніх років на закладання раннього та пізнього приросту поточного року чітко простежується у всіх хронологій пристигаючих та стиглих деревостанів сосни звичайної. Найвищі показники коефіцієнта кореляції x=0,53 притаманні хронологіям по сосні звичайній у віці 61-72 роки. При цьому коефіцієнт детермінації становить r=0,46 при точності досліду p=2,34±1,2%.

4. Доведено, що загальним обмежуючим фактором який визначає приріст сосни звичайної на досліджуваних пробних площах є недостатнє зволоження при високій температурі першої половини поточного вегетаційного сезону.

5. Визначено, що вплив температурного режиму на закладання раннього та пізнього приростного кільця пристигаючих та стиглих деревостанів сосни звичайної виявився набагато складнішим та різноманітнішим, ніж вплив опадів.

6. Недостатня кількість опадів на початку вегетаційного періоду соснових деревостанів, а також висока температура повітря є суттєвим лімітуючим

фактором у зниженні його стійкості до несприятливого біологічного впливу збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, пошкодження вершинним та шестизубчатим короїдами і як наслідок – накопичення лісових горючих матеріалів.

7. Ми дослідили, що фізіологічна реакція сосни звичайної в пристигаючому та стиглому віці на зміни кліматичних, лісопатологічних, пірогенних факторів обумовлена тим, що навіть при інтенсивному біологічному або піротермічному впливі, насадження зберігає стійкість у тому випадку, якщо у березні-травні місяці були сприятливі умови для закладання раннього деревного приросту. Саме це є базисом формування імунітету, а значить і стійкості соснових деревостанів у пристигаючому та стиглому віці.

8. За період з 1961 по 2022 роки нами було виявлено 13 років, коли мінімуми приросту спостерігалися одночасно у трьох пробних площах на території Житомирського Полісся.

9. Дослідженнями деревинно-кільцевих хронологій в умовах пробних площ Поліського природного заповідника встановлено, що найбільші зміни у ранньому та пізньому прирості сосни звичайної за останнє століття спостерігаються у віці 30 та 50 років. Зокрема соснові деревостани віком 50 років мали середній радіус до 1961 р., що дорівнює 7,0 см, а після 1961 рр. - 10,9 см. Аналогічна закономірність відслідковується у соснових деревостанів 10 та 30 річного віку, що свідчить про наявність найбільш критичних періодів продуктивності сосни звичайної саме у віці 30 та 50 років.

References

1. Aparyn B. F. (2017). Veryfykatsyia «Klassyfykatsyy y dyahnostyky pochv Ukrayni» po kollektsyy pochvennikh monolytov Tsentralnoho muzeia pochvovedenyia ym. V.V. Dokuchaeva. Kyev, Naukova dumka, 531. [in Ukrainian].
2. Artiukhovskyi A. K. (2019). O virashchyvanyy sosnи na staropakhotиkh zemliakh. Kyev, Naukova dumka, 176. [in Ukrainian].
3. Evdokymov V. N. (2020). Osobennosty radyalnoho pryrosta ely y vlyianye na neho kornevoi hubky. Kyev, Naukova dumka, 256. [in Ukrainian].
4. Korotkov M. Y. (2020). Klassyfykatsyy y dyahnostyky pochv Ukrayni. Kharkov, Znanyia, 341. [in Ukrainian].
5. Korotkov Y. A. (2018). Lesorastytelnoe raionyrovanye Ukrayni. Khrkov, Libyd, 437. [in Ukrainian].
6. Lebedev A. V. (2019). Patolohyia derevev v raznikh typakh lesa. Kharkov, Kalvaryia, 190. [in Ukrainian].
7. Lebedev A. V. (2019). Patolohyia derevev sosni obiknovennoi v drevostoiakh raznoho vozrasta. Poltava, Znannia, 169. [in Ukrainian].
8. Levchenko V. B., Shulga I. V., Nemerytska L. V., Zhuravska I. A., Romanyuk A. A. (2021). Organization and monitoring of forest pests with the use of pheromones in the cjnditions of

the state enterprise «ZARICHANSKE FORESTRY», S. 34-87. https://doi.org/10.26886/2414-634. [in English].

9. Levchenko V. B., Shulga I. V., Ivanyk I. D., Budnik I. P., Korkulenko A. M., Ganzhalyuk T. S. (2021). Restoration of forests in the territories passed by large-forest forest fire in conditions of the state enterprise «Ovrutske Forestry». S. 45-84. https://doi.org/10.26886/2414-634. [in English].

10. Levchenko V. B., Shulga I. V., Ivanyk I. D., Romanyuk A. A., Rusetskaya N. M. (2022). Innovative forest and biologikalmetods of entomological monitoring of trumpet pest in the conditions of the Pergan nature cjnservation research department of Poliska nature reserve. S. 76-94. https://doi.org/10.26886/2520-7474. [in English].

11. Levchenko V. B., Shulga I. V., Fuchilo Y. D., Karpovych M. S., Romanyuk A. A., Belska O. V. Forest pathological monitoring of pine stands in the conditions of the Pergans scientific and research nature protection department Polissky nature reserve. Innovative Solutions In Modern Science № 3(55), 2022. DOI 10.26886/2414-634X.3(55)2022.2. P. 18-62. [in Ukrainian].

12. Manaenkov A. S. (2019). Problemi zashchyti sosniakov Severa Ukrayni. Uman, Lesokhoziaistvennaia ynformatsyia, 140. [in Ukrainian].

13. Pavlov Y. N. (2020). Zakonomernosty obrazovanyia ochahov Heterobasidion annosum (Fr.) Bref. s. str. v heohrafycheskykh kulturakh sosni obiknovennoi v severnikh raionakh Ukrayni. Vynnytsa, Lesnaia promishlennost, 136. [in Ukrainian].

14. Romanovskyi M. H. Produktyvnost, ustoichyvost y byoraznoobrazye ravnynnikh lesov Ukrayni. Kyev, MHUL, 197. [in English].

15. Sherubinin P. (2022). Treelife history prior to death: Two fungal root pathogens affect tree-ring growth differently. Hannofer, Ecol, 850. [in English].

16. Tribilgin N. (2020). Spatial analysis of forest gaps resulting from bark beetle colonization of red pines experienc-ing belowground herbivory and infection. Ren, Forest, 153. [in English].

17. Theinsdorf D. (2021). Heterobasidion annosum. Schaden in Kiefernstangenholzern auf Kippsubstraten durch den Pilz Heterobasidion annosum. Bremen, AFZ/Wald, 699. [in English].

18. Zheydeck P. (2000). Bedeutung des Wurzelschwammes im nordost-deutschen. Tiefland, AFZ/Wald, 744. [in English].

V. B. Levchenko[1], M. S. Karpovych[2], O. I. Shemet[3],
O. V. Levandovska[4], O. V. Belska[5]

[1,2,3,4]Malyn Vocational College, v. Hamarnya, Zhytomyr Region, Ukraine
[5]Polissky Nature Reserve, village Selezivka, Zhytomyr region, Ukraine

PATHOLOGIES OF PINE STANDS IN THE CONTEXT OF TREE RINGS CHRONOLOGIES OF FORESTRY BRANCHES STATE ENTERPRISE «FORESTS OF UKRAINE» AND NATURE PROTECTION RESEARCH DEPARTMENTS POLISKY NATURE RESERVE IN THE CONDITIONS OF FOREST EDATOPES ZHYTOMYR POLISSIA

Current issues of forest pathological monitoring of pine stands are highlighted on the example of the forestry branches of the State Enterprise «Forests of Ukraine» of the Zhytomyr region, as well as the environmental protection and research departments of the Polissky Nature Reserve. It was established that the average dependence of the influence of forest pathologies on the growth of Scots

pine is within the correlation dependence of x<0,04±0,2. The pathological influence of a complex of adverse biotic, abiotic, pyrogenic, and anthropogenic factors on the growth of Scots pine in the conditions of the forestry branches of the State Enterprise «Forests of Ukraine» as well as the environmental protection and research departments of the Polissky Nature Reserve was analyzed. The impact of the pyrologic factor during an active forest fire, as well as post-pyrogenesis on the formation of growth and productivity of Scots pine in the conditions of the Zhytomyr Polissia, was conceptually considered and investigated. It was established that the changes in weather and climate conditions, the biological effect of pathogens of root fungus, pine fungus, and six-toothed bark beetles on the growth of pine stands in the conditions of the Polisky Nature Reserve reduce the productivity of laying the growth of Scots pine within the coefficient of determination r=0,44-0,46. Special attention in the article is focused on the influence of weather and climate factors on the formation of early and late growths of Scots pine in the conditions of the Central Polissia of Ukraine and Zhytomyr Polyssia in particular. A detailed description of the coefficients of correlation and determination in the section of pine growths of the generalized tree-ring chronologies depending on the average monthly temperature and the amount of precipitation during the growing season at the degree of reliability p<0,05 is provided. It was established that the insufficient amount of moisture in the early spring period significantly reduces the productivity of laying the early growth of Scots pine in the conditions of the Pergansky, Kopyshchansky, and Selezivsky environmental research departments of the Polisky Nature Reserve, which affects the decrease in the productivity of stands within the correlation coefficient x=0,53+0 ,02. It has been investigated that the damage caused by the causative agent of the root sponge of Scots pine, pine sponge, damage to mature and mature stands by the apex, six-toothed bark beetle, as well as the influence of post-pyrogenesis of previous years, significantly affect the establishment of late wood-ring growths. It has been proven that the current forest pathological state of pine plantations, weather-climatic and pyrogenic conditions significantly affect the productivity of new and mature pine stands both in the conditions of the forestry branches of the State Enterprise «Forests of Ukraine» and the Pergansky, Kopyshchansky, and Selezivsky environmental research departments of the Polisky Nature Reserve, which is determined by the correlation dependence at the level x=0,44+0,3.

Key words: *forest, pathologies, wood-ring chronologies, pyrogenesis, pathogen, pest, correlation, regression, determination, productivity.*

УДК 620.952

Н. М. Лис[1], Я. Д. Фучило[2], Н. Л. Ткачук[1]

[1]Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України, м. Івано-Франківськ, Україна

[2]Малинський фаховий коледж, с. Гамарня Житомирської області, Україна

ПРОДУКТИВНІСТЬ БІОМАСИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПЛАНТАЦІЙ ТОПОЛІ І ВЕРБИ ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІКИ ВИРОЩУВАННЯ

Наведено результати досліджень росту розвитку і продуктивності біомаси енергетичних плантацій верби і тополі на середньо суглинкових дернових опідзолених ґрунтах Прикарпатського регіону. Встановлено, що після закінчення восьмого вегетаційного періоду найбільшу висоту рослини верби прутовидної (9,6 м) мають у варіанті з висаджуванням 15 тис. шт. живців на 1 га. Діаметр основного пагона при цьому становив у середньому 70 мм, а кількість пагонів на одну рослину – 3,6 шт., або 54,0 тис. шт./га.

У тополі найбільша висота восьмирічних рослин (15,1 м) виявилася за початкової густоти 5,6 тис. рослин./га. Діаметр їх основного стовбура становив 215 мм, а кількість стовбурів на 1 рослину – 2,5 шт., або 30,0 тис. шт. на 1 га. Внесення комплексу мінеральних добрив ($N_{80}P_{300}K_{300.}$) забезпечило збільшення висоти рослин тополі на 0,5-1,0 м, а товщини їх пагонів – на 11-22 мм.

Найвища продуктивність сухої біомаси верби (74,2 т/га) виявилася за середньої густоти садіння (15 тис. живців на 1 га) і внесення у ґрунт мінеральних добрив. При цьому за восьмий рік вирощування річний приріст урожайності верби виявився найменшим за всі роки досліджень – від 2,8 т/га за висаджування 18,0 тис. живців/га без внесення добрив до 4,1 т/га – за густоти 15,0 тис. живців/га і внесення мінеральних добрив.

За восьмирічний період вирощування тополі найвищою врожайністю сухої біомаси (133,1 т/га) відзначався варіант із початковою густотою 6,7 тис. живців/га. Це на 15,0 т/га перевищує врожайність варіанту з густотою 8,3 тис. живців/га та на 4,3 т/га більше варіанту з висаджуванням 5,6 тис. живців на 1 га. Застосування добрив забезпечило підвищення урожайності сухої біомаси досліджуваних варіантів від 13,4 до 22,4 т/га.

За останній, восьмий рік річний приріст сухої біомаси тополі становив від 14,7 т/га за густоти садіння 8,3 тис. шт./га без використання добрив до 19,4 т/га у варіанті з густотою 5,6 тис./га і внесенням добрив.

Економічна оцінка ефективності вирощування вербової енергетичної біомаси показала, що найбільшим економічний ефект (від 49,8 до 52,9 тис. грн./га) виявився у варіантах з висаджуванням 12 та 15 тис. живців/га і застосуванням мінеральних добрив. З енергетичної

[1]**Лис Надія Миколаївна**, канд. с.-г. наук, с.н.с., вчений секретар, E-mail: lysn67@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-2850-1179;

[2]**Фучило Ярослав Дмитрович,** доктор с.-г. наук, професор, завідувач кафедри лісівництва та захисту лісу. E-mail: fuchylo_yar@ukr.net; https://orcid.org/0000-0002-2669-5176;

[1]**Ткачук Надія Любомирівна**, м.н.с. E-mail: nadjuscha.lys@gmail.com; https://orcid.org/0009-0004-5464-3316.

точки зору найбільш ефективним (коефіцієнт енергетичної ефективності – 8,2) виявився варіант із мінімальною густотою стояння рослин (12 тис. шт./га) і застосуванням добрив.

За вирощування енергетичної біомаси тополі найбільший прибуток (128,4-132,2 тис. грн./га) можна отримати за варіантів густоти 5,6 і 6,7 тис. шт./га і внесення мінеральних добрив. Найвищим показник коефіцієнта енергетичної ефективності при вирощуванні тополі (13,1) виявився за густоти 5,6 тис. шт./га без внесення добрив.

Ключові слова: *біоенергетичні культури; Salix viminalis L.; Populus×Max-4; живці; густота садіння; мінеральні добрива; середній діаметр; середня висота; урожайність біомаси; економічна і енергетична ефективність.*

Вступ. Проблеми інтенсивного зростання світового попиту на енергію та енергоносії, тенденція до зменшення використання викопного палива і зростання цін на нього та глобальне потепління призвели до необхідності вибору альтернативних напрямків енергопостачання. Однією з ключових стратегій при цьому розглядається заміна викопного палива на біопаливо. При цьому біомаса може служити відновлюваною сировиною для виробництва різних видів біопалива – твердого, рідкого та газоподібного. Директива ІІ Європейського Союзу «Про відновні джерела енергії» (REDII) передбачає до 2030 року збільшити відсоток відновлюваної енергії в енергобалансі до 32 %, а у транспортному секторі – до 14 % [1]. Серед держав-членів ЄС передові позиції у використанні відновних джерел енергії (ВДЕ) займає Швеція, яка уже в 2015 році використовувала для внутрішнього транспорту більше 20 % відновлюваного палива, з яких 85 % було імпортовано з інших країн [2]. Крім того, шведський уряд вирішив до 2030 року викиди CO_2 від внутрішнього транспорту скоротити на 70%, порівняно з показниками 2020 р. До 2045 року вони стануть вуглецево-нейтральними, з подальшим негативним балансом CO_2 [3; 4].

У нашій країні за рахунок ВДЕ забезпечується всього 4 % енергетичних потреб. При цьому, згідно «Енергетичної стратегії України на період до 2035 року» передбачається збільшити частку ВДЕ до 2025 року до рівня 12 % від загального первинного постачання енергії (ЗППЕ) та не менше 25 % – до 2035 року (включаючи всі гідрогенеруючі потужності та термальну енергію) [5]. Виконання вищенаведених показників може бути забезпечене наявністю великої кількості орних земель, які з різних причин не використовуються у аграрному виробництві, але цілком придатні для вирощування біоенергетичних рослин. Збільшення рівня енергоспоживання на фоні постійного зростання ціни на енергоресурси робить розвиток біоенергетики в Україні надзвичайно актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Початок інтенсивного розвитку вирощування насаджень енергетичних культур прийшовся на 1970-ті роки, внаслідок жорсткої енергетичної кризи, яка виникла через військові дії на

Близькому Сході [6; 7; 8]. Це змусило уряди більшості країн Європи і Північної Америки прийняти спеціальні енергетичні програми, з метою скорочення використання мінеральної енергетичної сировини і заміни її іншими джерелами енергії, зокрема – біомасою швидкорослих деревних рослин [9].

На даний час різним аспектам добору енергетичних культур, агротехніці їх вирощування, урожайності біомаси, економічній, екологічній та енергетичній ефективності їх вирощування надається значна увага у низці країн, зокрема в Данії, Великобританії, Німеччині, Польщі, Швеції, Фінляндії та ін. [4; 9; 10], а також – в Україні [9–12].

Серед низки перспективних енергетичних культур на плантаціях переважно використовують різні види і форми верби [6; 7; 9–11] та тополі [4; 12; 13]. Ці культури є високопродуктивними, маловимогливими до ґрунтових умов, легко розмножуються вегетативно, інтенсивно відновлюються після періодичного зрізання надземної частини на отримання енергетичної біомаси.

Важливим аспектом вирощування енергетичних плантацій деревних рослин є їх позитивний вплив на довкілля. Вони, завдяки інтенсивному накопиченню біомаси, поглинають з атмосфери велику кількість вуглекислого газу та збагачують повітря киснем; внаслідок багаторічного вирощування на одній площі поліпшують структуру ґрунтів, підвищують їх родючість, затримують вологу, виконують ґрунтозахисні функції тощо [7; 8; 9; 12].

Метою досліджень, результати яких наведені у даній статті, було вивчення ефективності вирощування біомаси енергетичних плантацій тополі і верби на дернових опідзолених грубо пилуватих середньо суглинкових ґрунтах Прикарпаття.

Матеріали та методи досліджень. Об’єкти досліджень закладені на території Прикарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції 14 квітня 2016 року.

Перший дослід передбачав **в**ивчення особливостей росту і продуктивності енергетичних плантацій верби прутовидної, залежно від агротехніки їх вирощування.

Схема досліду:

Фактор А – густота садіння: 18, 15, 12 тис. шт./га;

Фактор В – мінеральне живлення: контроль (без внесення добрив); внесення $N_{80}P_{300}K_{300}$.

Дослід закладений в чотириразовій повторності. Площа дослідної ділянки – 150 м^2, облікової – 125 м^2. Загальна площа варіантів досліду – 0,36 га.

Садіння живців верби відбувалося у спарені ряди з відстанню між ними 0,70 м і міжряддями 2 м (табл. 1).

Таблиця 1

Схема досліду № 1

Культура	Варіант досліду	Густота садіння *Фактор А*	Мінеральне живлення *Фактор В*
Верба прутовидна	1	18 тис. шт./га (відстань між рослинами в ряду 40 см)	Без добрив
	2		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$
	3	15 тис. шт./га (відстань між рослинами в ряду 50 см)	Без добрив
	4		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$
	5	12 тис. шт./га (відстань між рослинами в ряду 60 см)	Без добрив
	6		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$

Дослід 2 передбачав вивчення особливостей росту і продуктивності енергетичних плантацій гібридної тополі «Max-4», залежно від агротехніки їх вирощування.

Схема досліду:

Фактор А – густота садіння: 8,3; 6,7; 5,6 тис. шт./га

Фактор В – мінеральне живлення: мінеральне живлення: контроль (без внесення добрив); внесення $N_{80}P_{300}K_{300}$.

Дослід має 4 повторності. Площа дослідної ділянки – 150 м^2, облікової – 125 м^2. Загальна площа варіантів досліду – 0,36 га.

Згідно схеми садіння живці тополі були висаджені одним рядом з міжряддями 2 м (табл. 2).

Таблиця 2

Схема досліду № 2

Культура	Варіант досліду	Густота садіння *Фактор А*	Мінеральне живлення *Фактор В*
Енергетична тополя ′Max-4′	1	8,3 тис. шт./га (відстань між рослинами в ряду – 40 см)	Без добрив
	2		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$
	3	6,7 тис. шт./га (відстань між рослинами в ряду – 40 см)	Без добрив
	4		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$
	5	5,6 тис. шт./га (відстань між рослинами в ряду – 40 см)	Без добрив
	6		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$

Восени кожного року, після закінчення вегетації досліджуваних рослин, визначали їх збереженість, розміри і масу. Ці ж показники визначали також протягом періоду вегетації у кінці кожного місяця.

Дослідження проводилися з використанням традиційних методик. Вимірювання висоти кущів верби та тополі проводили за допомогою мірної рейки з точністю до 1 см, а діаметра найбільшого пагона у кущі – штангенциркулем [13].

У дослідах виконували також такі спостереження, обліки та аналізи:

- густоту насаджень визначали шляхом підрахунку рослин на 1 погонному метрі рядка в п'яти місцях по діагоналі ділянки з наступним перерахунком на 1 га [13];

- уміст сухої речовини визначали шляхом висушування зразка біомаси до абсолютно сухого стану в сушильній шафі за температури 100-105 °С упродовж 4-6 год. [13];

- урожайність наземної маси насаджень енергетичних культур обліковували способом суцільного зрізування наземних частин рослин культури на облікових ділянках (площа – 25 м^2) на всіх повтореннях. Отриману біомасу зважували, перераховували на стандартну вологість [13];

- вихід енергії розраховували з використанням даних попередніх дослідників [9; 11–13];

- статистичний аналіз результатів дослідження проводився на ПК за використання прикладної програми «Statistika-6»;

- економічну оцінку досліджуваних елементів технології проводили відповідно до загальноприйнятих методик [9; 10; 12];

- енергетичну ефективність елементів технології оцінювали за методичними вказівками О. К. Медведовського та П. І. Іваненка [14].

Результати досліджень та їх обговорення. Найбільшого приросту за висотою, згідно проведеним фенологічним дослідженням, енергетичні плантації верби досягали за період з червня по серпень. Висота рослин після припинення вегетації знаходилась у межах 9,0-9,6 м. Діаметр основного пагона коливався від 55 до 71 мм.

Найбільша висота рослин верби за восьмий рік вегетації (9,6 м). зафіксована за густоти садіння 15 тис. шт./га. Діаметр головного пагона при цьому становив 70 мм, кількість пагонів на 1 рослину – 3,6 шт., або 54,0 тис. шт. на 1 гектар. Протягом восьмого року вегетації внесення ($N_{80}P_{300}K_{300}$) не мало суттєвого впливу на ріст рослин.

У тополі найбільша висота пагонів за восьмий рік вегетації зафіксована за густоти садіння 5,6 тис. шт./га – 15,1 м. Діаметр головного пагона при цьому

становив 258 мм, кількість пагонів на 1 рослину – 2,5 шт., або 30,0 тис. шт. на 1 га.

Внесення добрив ($N_{80}P_{300}K_{300}$) забезпечило рослини більшою кількістю доступних поживних речовин та сприяло збільшенню товщини пагонів на 11-22 мм, а висоти рослин – на 0,5-1,0 м, порівняно з варіантами без удобрення.

За третій рік вегетації приріст рослин тополі за висотою у середньому становив 1,8 м, за четвертий рік – 2,4 м, за п'ятий – 1,0 м, за шостий – від 1,4 до 1,7 м., за сьомий – 1,2-1,5 м і за восьмий рік – 1,2-1,5 м. Схожа динаміка спостерігалася також з середнім діаметром головних пагонів, де за третій рік вегетації він збільшився у середньому на 21 мм, за четвертий – на 30 мм, за п'ятий – на 35 мм, за шостий – на 39 мм, за сьомий – на 40 мм і за восьмий – на 43 мм.

За вирощування енергетичних рослин урожайність вегетативної маси є одним із вирішальних критеріїв, що забезпечують економічну доцільність такої діяльності, оскільки, чим більша врожайність, тим вищий вихід продукції і відповідно більший прибуток з одиниці площі.

Встановлено, що найвищою урожайністю біомаси верби прутовидної (132,0 т/га зеленої маси та 74,2 т/га сухої) відзначається варіант з густотою садіння живців 15 тис. шт./га і внесенням мінеральних добрив, що на 18,3 % більше, порівняно висаджуванням 18 тис. шт./га живців і внесенням добрив (табл. 3).

Слід відзначити, що мінеральні добрива забезпечили рослини верби достатньою кількістю поживних речовин а це в свою чергу посприяло підвищенню урожайності енергетичної біомаси на всіх варіантах, де вони застосовувалися.

Таблиця 3

Урожайність біомаси верби прутовидної протягом 2016-2023 років залежно від густоти насадження і фону живлення

№ з/п	Густота садіння живців, тис. шт./га *Фактор А*	Мінеральне живлення *Фактор В*	Урожайність зеленої маси, т/га	Вміст абсолютно сухої речовини в біомасі, %	Урожайність сухої маси, т/га
1	12,0	Без добрив	83,1	56,0	46,8
2		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	107,8	56,1	60,6
3	15,0	Без добрив	94,3	56,0	52,8
4		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	132,0	56,2	74,2
5	18,0	Без добрив	82,7	56,0	46,3
6		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	125,5	56,1	70,3

Застосування добрив забезпечило в середньому по варіантах прибавку урожайності на рівні 38 т/га зеленої маси, або 21 т/га сухої.

У 2023 році найвищі показники урожайності біомаси тополі виявилися за початкової густоти 6,7 тис. шт./га, а саме – 236,8 т/га зеленої маси або 133,1 т/га – сухої, що відповідно на 26,6 т/га та 15,0 т/га переважає варіант з густотою 8,3 тис. шт./га і, відповідно, – на 7,6 т/га та 4,3 т/га більше у порівнянні з варіантом густотою 5,6 тис. шт./га.

Внесення добрив забезпечило по всіх варіантах прибавку урожаю біомаси на рівні від 23,5 до 39,6 т/га зеленої маси та від 13,4 до 22,4 т/га – сухої.

Аналіз зміни продуктивності енергетичних плантацій верби за роками вегетації вказує на те, що за останні три роки річний приріст біомаси значно зменшився, порівняно з попередніми роками (табл. 4).

Як видно з представлених даних, в середньому за 8 років у варіантах без внесення мінеральних добрив щорічно приростало від 5,7 до 6,6 т/га/рік абсолютно сухої біомаси верби, а за внесення добрив – від 7,6 до 9,3 т/га/рік. За останні три роки (2021–2023) приріст біомаси значно зменшився і становив на варіантах без добрив від 1,9 до 2,6 т/га/рік, а за використання добрив – від 2,4 до 3,3 т/га/рік.

Таблиця 4

Аналіз продуктивності верби прутовидної за роками вегетації

№ з/п	Густота садіння, тис. шт./га *Фактор А*	Мінеральне живлення *Фактор В*	Збір зеленої маси, т/га / Збір сухої маси, т/га					
			2021 р.	2022 р.	2023 р.	Приріст за 2023 р.	Середній річний приріст за 2021-2023 рр.	Середній річний приріст за 2016-2023 рр.
1	12,0	Без добрив	77,1 / 43,3	80,3 / 45,0	83,1 / 46,8	2,8 / 1,8	3,6 / 2,0	10,4 / 5,9
2		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	101,0 / 56,9	104,5 / 58,5	107,8 / 60,6	3,3 / 2,1	4,6 / 2,4	13,5 / 7,6
3	15,0	Без добрив	87,2 / 49,2	91,0 / 51,0	94,3 / 52,8	3,3 / 1,8	5,1 / 2,6	11,8 / 6,6
4		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	123,6 / 69,7	127,9 / 71,6	132,0 / 74,2	4,1 / 2,6	6,1 / 3,3	16,5 / 9,3
5	18,0	Без добрив	76,3 / 43,0	79,6 / 44,6	82,7 / 46,3	3,1 / 1,7	3,7 / 1,9	10,3 / 5,7
6		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	117,5 / 66,3	121,4 / 68,0	125,5 / 70,3	4,1 / 2,6	6,1 / 3,3	15,7 / 8,9

Протягом останнього, восьмого року показники приросту біомаси становили 1,7–1,8 т/га/рік у варіантах без внесення добрив і 2,1–2,6 – за їх застосування.

Наведені дані вказують на те, що в регіоні досліджень на енергетичних плантаціях верби для забезпечення високої економічної ефективності, енергетичну біомасу доцільно заготовляти раніше п'ятирічного віку. Орієнтовно оптимальним віком заготівлі урожаю можна вважати вік 3-4 роки.

Продуктивність енергетичної біомаси тополі за восьмирічний період виявилася значно більшою, порівняно з вербою прутовидною. Зокрема, урожайність варіантів без внесення мінеральних добрив становила від 105,6 т/га за густоти садіння 8,3 тис. шт./га до 109,9 т/га за густоти 6,7 тис. шт./га (табл. 5).

За внесення мінеральних добрив відбулося помітне зростання показників продуктивності плантацій тополі на всіх варіантах досліду, де вони були внесені.

Таблиця 5

Урожайність біомаси тополі за 2016-2023 років вегетації залежно від густоти насадження і фону живлення

№ з/п	Густота садіння, тис. шт./га *Фактор А*	Мінеральне живлення *Фактор В*	Збір зеленої маси, т/га	Вміст абсолютно сухої речовини в біомасі, %	Збір сухої маси, т/га
1	8,3	Без добрив	187,9	56,2	105,6
2		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	210,2	56,3	118,1
3	6,7	Без добрив	195,3	56,1	109,9
4		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	236,8	56,2	133,1
5	5,6	Без добрив	191,2	56,1	107,6
6		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	229,2	56,3	128,8

Найвища урожайність сухої біомаси сформувалась у варіанті з середньою густотою садіння (6,7 тис. шт./га), де вона становила 133,1 т/га.

Також, на відміну від верби, приріст сухої біомаси тополі на час останніх досліджень не знижується, а продовжує зростати (табл. 6).

Як видно з наведених даних, середній річний приріст за 2016-2023 рр. у варіантах без внесення мінеральних добрив становить від 13,2 до 13,7 т/га/рік, а з внесенням добрив – від 13,5 до16,1 т/га/рік. За останні три роки річний приріст сухої біомаси становив на контрольних варіантах від 13,5 до 14,3 т/га/рік, а на варіантах з внесенням добрив — від 13,6 до 16,7 т/га/рік.

Приріст сухої біомаси за останній рік досліджень (2023 р.) на варіантах без внесення мінеральних добрив виявився дещо більшим, ніж в середньому за три

та вісім років і становив від 14,7 до 15,5 т/га/рік. За внесення добрив за восьмий рік досліджень приріст біомаси склав від 13,8 до 19,4 т/га/рік.

Отже, після восьми років вирощування енергетичних плантацій тополі, їх річний приріст за біомасою у останні три роки дещо перевищує показники середнього річного приросту за 8 років. Це вказує на те, що для такого типу насаджень ще не настав максимум річного приросту біомаси, після якого доцільно виконувати заготівлю біомаси для отримання максимальної її кількості.

Таблиця 6

Аналіз продуктивності енергетичних плантацій тополі за роками вегетації

№ з/п	Густота садіння, тис. шт./га *Фактор А*	Мінеральне живлення *Фактор В*	Збір зеленої маси, т/га Збір сухої маси, т/га					
			2021 р.	2022 р.	2023 р.	Приріст за 2023 р.	Середній річний приріст за 2021-2023 рр.	Середній річний приріст за 2016-2023 рр.
1	8,3	Без добрив	135,9 76,8	161,8 90,9	187,9 105,6	25,9 14,7	25,2 14,0	23,5 13,2
2		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	158,4 89,6	185,3 104,3	210,2 118,1	26,9 13,8	26,4 13,6	26,3 13,5
3	6,7	Без добрив	141,2 80,3	168,2 94,4	195,3 109,9	27,1 15,5	25,7 14,3	24,4 13,7
4		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	178,3 100,9	207,8 116,8	236,8 133,1	29,0 16,3	28,0 15,7	27,6 15,6
5	5,6	Без добрив	139,2 79,2	165,4 92,8	191,2 107,6	26,2 14,8	25,5 14,1	23,9 13,5
6		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	160,3 90,4	194,2 109,4	229,2 128,8	35,0 19,4	29,9 16,7	28,7 16,1

Згідно тенденцій, що проглядаються з аналізу даних таблиці 6, енергетичну біомасу на плантаціях тополі густотою від 5,6 до 8,3 тис. шт./га в досліджуваному регіоні доцільно заготовлювати у віці 9-10 років.

Проведені дослідження виходу твердого біопалива і енергії з 1 га площі енергетичних плантацій верби і тополі показали, що найвищий вихід вербового біопалива виявився у варіанті з густотою 15 тис. шт./га та внесенням добрив – 81,6 т/га, при цьому вихід енергії становив 1305,9 ГДж/га (табл. 7). Високий вихід енергії (1237,3 ГДж/га) зафіксований також у варіанті з густотою садіння 12 тис. шт./га та внесенням мінеральних добрив. За густоти 18 тис. шт./га та внесення добрив вихід енергії становив 1066,6 ГДж/га.

Вихід твердого вербового біопалива на контрольних варіантах (без внесення добрив) змінювався у межах від 50,9 до 58,1 т/га, а вихід енергії при цьому був на рівні 814,9–929,3 ГДж/га.

Таблиця 7

Вихід енергії та твердого біопалива з отриманої біомаси верби

№ з/п	Густота садіння, шт./га	Мінеральне живлення	Збір сухої маси, т/га	Вихід твердого біопалива, т/га	Вихід енергії, ГДж/га
1	12,0	Без добрив	46,8	51,5	823,7
2		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	60,6	66,7	1066,6
3	15,0	Без добрив	52,8	58,1	929,3
4		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	74,2	81,6	1305,9
5	18,0	Без добрив	46,3	50,9	814,9
6		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	70,3	77,3	1237,3

Таким чином, застосування мінеральних добрив збільшує вихід твердого біопалива верби на всіх варіантах досліду від 15,2 до 26,4 т/га і вихід енергії. – від 142,9 до 422,4 ГДж/га.

Найбільше біопалива тополі було отримано на варіанті з густотою 6,7 тис. шт./га і з застосуванням мінеральних добрив – 146,4 т/га (табл. 8).

Таблиця 8

Вихід енергії та твердого біопалива з отриманої біомаси тополі

№ з/п	Густота садіння, шт./га	Мінеральне живлення	Збір сухої маси, т/га	Вихід твердого біопалива, т/га	Вихід енергії ГДж /га
1.	8,3	Без добрив	105,6	116,2	1858,6
2.		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	118,1	129,9	2078,6
3.	6,7	Без добрив	109,9	120,9	1934,3
4.		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	133,1	146,4	2342,6
5.	5,6	Без добрив	107,6	118,4	1893,8
6.		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	128,8	141,7	2266,9

При цьому, вихід енергії становив 2342,6 ГДж/га. У варіанті із густотою садіння 8,3 тис. шт./га та внесенням мінеральних добрив вихід енергії становив 2078,6 ГДж/га, а у варіанті із густотою садіння 5,6 тис. шт./га – 2266,9 ГДж/га.

Внесення мінеральних добрив під вирощування плантацій тополі забезпечує збільшення виходу енергії у межах від 220,0 до 408,3 ГДж/га.

Економічну ефективність вирощування енергетичних культур розраховували виходячи із затрат на вирощування та реалізаційної ціни біомаси (згідно реалізаційної ціни ТзОВ «Вербава» м. Рогатин Івано-Франківської обл.).

Проведена економічна оцінка вирощування енергетичних плантацій верби (табл. 9) показала, що найбільший економічний ефект можна отримати за густоти садіння 12 і 15 тис. живців/га та внесення мінеральних добрив. Прибуток у цьому варіанті становив від 49,8 до 52,9 тис. грн/га.

Таблиця 9

Економічна ефективність вирощування енергетичних плантацій верби залежно від густоти насадження і фону живлення

№ з/п	Густота садіння, шт./га	Мінеральне живлення	Вихід сухої біомаси, т/га	Затрати на вирощування тис. грн/га	Надходження від реалізації тис. грн/га	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га
1.	12,0	Без добрив	46,8	60,1	74,9	14,8
2.		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	60,6	68,5	96,9	28,5
3.	15,0	Без добрив	52,8	57,3	84,5	27,2
4.		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	74,2	65,8	118,7	52,9
5.	18,0	Без добрив	46,3	53,6	74,1	20,5
6.		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	70,3	62,7	112,5	49,8

Оскільки економічна ефективність тісно пов’язана з цінами на сировину, матеріали, засоби механізації тощо, які здатні різко змінюватися залежно від стану економіки, попиту та інших чинників, для більш об’єктивної оцінки ефективності вирощування різних культур використовують показник енергетичної ефективності їх вирощування – енергетичний коефіцієнт – співвідношення енергії акумульованої у врожаї з енергією, яка витрачена на його вирощування.

Результати розрахунку коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування плантацій верби залежно від густоти насадження і фону живлення наведені у таблиці 10.

Таблиця 10

Енергетична оцінка вирощування плантацій верби залежно від густоти насадження і фону живлення

№ з/п	Густота садіння, шт./га	Мінеральне живлення	Вихід сухої біомаси, т/га	Затрати сукупної енергії ГДж /га	Вихід енергії ГДж /га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
1.	12,0	Без добрив	46,8	142,0	823,7	5,8
2.		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	60,6	180,8	1066,6	5,9
3.	15,0	Без добрив	52,8	134,7	929,3	6,9
4.		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	74,2	169,6	1305,9	7,7
5.	18,0	Без добрив	46,3	118,1	814,9	6,9
6.		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	70,3	150,9	1237,3	8,2

Дані таблиці 10 вказують на те, що вирощування енергетичної біомаси верби є достатньо високоефективним, оскільки витрати енергії на її вирощування у 5,8-8,2 разів менші, ніж кількість акумульованої в ній енергії.

Енергетично найбільш ефективним виявився варіант із густотою садіння живців 12 тис. шт./га та внесенням добрив, за якого коефіцієнт енергетичної ефективності становить 8,2.

Проведена економічна оцінка вирощування енергетичних плантацій тополі залежно від початкової густоти насадження і внесення мінеральних добрив показала, що найбільшим економічний ефект був у варіантах з початковою густотою 5,6 і 6,7 тис. шт./га та внесенням добрив, де було досягнуто прибутку 105,5-132,2 тис. грн./га (табл. 11).

Таблиця 11

Економічна ефективність вирощування енергетичних плантацій тополі залежно від густоти насадження і фону живлення

№ з/п	Густота садіння, шт./га	Мінеральне живлення	Вихід сухої біомаси, т/га	Затрати на вирощування тис. грн/га	Надходження від реалізації тис. грн/га	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га
1.	8,3	Без добрив	105,6	75,1	169,0	93,9
2.		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	118,1	83,5	188,9	105,5
3.	6,7	Без добрив	109,9	72,3	175,8	103,5
4.		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	133,1	80,8	212,9	132,2
5.	5,6	Без добрив	107,6	68,6	172,2	103,6
6.		$N_{40}P_{300}K_{300} + N_{40}$	128,8	77,7	206,1	128,4

В результаті проведених досліджень було встановлено, що вирощування енергетичної біомаси тополі в досліджуваних умовах енергетично вигідніше, ніж вирощування верби, оскільки витрати енергії на вирощування біомаси з тополі у 9,9-13,1 разів менші, ніж кількість акумульованої в ній енергії (табл. 12).

Таблиця 12

Енергетична оцінка вирощування енергетичних плантацій тополі залежно від густоти насадження і фону живлення

№ з/п	Густота садіння, шт./га	Мінеральне живлення	Вихід сухої біомаси, т/га	Затрати сукупної енергії ГДж /га	Вихід енергії ГДж /га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
1.	8,3	Без добрив	105,6	172,0	1858,6	10,8
2.		$N_{40}P_{300}K_{300} +$	118,1	209,9	2078,6	9,9
3.	6,7	Без добрив	109,9	162,5	1934,2	11,9
4.		$N_{40}P_{300}K_{300} +$	133,1	198,8	2342,6	11,7
5.	5,6	Без добрив	107,6	144,6	1893,7	13,1
6.		$N_{40}P_{300}K_{300} +$	128,8	182,8	2266,9	12,4

Енергетично найбільш ефективним, виявився варіант із початковою густотою 5,6 тис. шт./га без внесення мінеральних добрив, який забезпечив показник коефіцієнта енергетичної ефективності на рівні 13,1.

Висновки. Дослідження особливостей росту і продуктивності плантацій верби і тополі на середньо суглинкових дернових опідзолених ґрунтах Прикарпаття показали, що найбільша середня висота рослин восьмирічних енергетичних плантацій верби прутовидної спостерігалася за густоти садіння 15 тис. шт./га, де вона становила 9,6 м. Середній діаметр основного пагона при цьому становив 70 мм, кількість пагонів на одній рослині – 3,6 шт., або 54,0 тис. шт./га. Річний приріст за діаметром основного пагона склав 6,9-8,9 мм.

У досліджуваного клону тополі найбільша висота рослин за восьмий рік вегетації зафіксована за густоти садіння 5,6 тис. шт./га – 15,1 м. Діаметр центрального пагона за цього варіанту був на рівні 215 мм, кількість пагонів – 2,5 шт. на 1 рослині, або 30,0 тис. шт. на 1 га.

Внесення комплексу мінеральних добрив ($N_{80}P_{300}K_{300}$) посприяло збільшенню висоти рослин на 0,5-1,0 м, а товщини їх пагонів – на 11-22 мм.

Найвища урожайність енергетичної біомаси верби (132,0 т/га сирої маси та 74,2 т/га сухої) виявилася за густоти садіння 15 тис. шт./га та внесення у ґрунт мінеральних добрив. При цьому за восьмий вегетаційний період річний приріст урожайності верби виявився найменшим за всі роки досліджень – від 2,8 т/га за густоти садіння 18,0 тис. шт./га та без внесення добрив до 4,1 т/га за густоти 15,0 тис. шт./га із внесенням добрив.

За восьмирічний період вирощування тополі найвищою врожайністю сухої біомаси (133,1 т/га) відзначався варіант із початковою густотою 6,7 тис. шт./га, що на 15,0 т/га більше порівняно з густотою 8,3 тис. шт./га та на 4,3 т/га більше варіанту з висаджуванням 5,6 тис. шт. живців на 1 га. Внесення добрив забезпечило підвищення урожайності на всіх варіантах досліду від 13,4 до 22,4 т/га сухої біомаси.

За останній, восьмий рік вирощування енергетичної біомаси тополі річний приріст сухої біомаси становив від 14,7 т/га за садіння 8,3 тис. живців на 1 га без внесення добрив до 19,4 т/га за густоти 5,6 тис./га із внесенням мінеральних добрив.

Економічна оцінка ефективності вирощування енергетичної біомаси верби показала, що найбільшим економічний ефект був за густоти садіння 12 та 15 тис. шт./га і внесення мінеральних добрив, де прибуток становив від 49,8 до 52,9 тис. грн./га. Енергетично найбільш ефективним (коефіцієнт енергетичної ефективності – 8,2) виявився варіант із мінімальною густотою садіння живців (12 тис. шт./га) і застосуванням мінеральних добрив.

За вирощування енергетичних плантацій тополі найбільший економічний ефект можна отримати за густоти 5,6 і 6,7 тис. шт./га та внесення мінеральних добрив, де прибуток становив 128,4-132,2 тис. грн./га. За вирощування енергетичної біомаси тополі найвищий показник коефіцієнта енергетичної ефективності – 13,1 отримано за густоти садіння 5,6 тис. шт./га без внесення мінеральних добрив.

На енергетичних плантаціях в регіоні досліджень енергетичну біомасу верби доцільно заготовляти у віці 3-4 роки, а тополі – у віці 9-10 років

References

1. European Parliament, Renewable Energy Directive (RED II), 2022.

2. ER 2019, Energimyndigheten Drivmedel, 2018, p. 14.

3. Energimyndigheten, Komplettering till Kontrollstation 2019 For Reduktionsplikten, 2019.

4. Bohlenius, H., Ohman, M., Granberg, F., Persson, P.-O. Biomass production and fuel characteristics from long rotation poplar plantations. Biomass and Bioenergy. Volume 178, November. 2023. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953423002398?via%3Dihub

5. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text

6. Nordborg, M., Berndes, G., Dimitriou, I., Henriksson, A., Mola-Yudego, B., Rosenqvist, H. Energy analysis of willow production for bioenergy in Sweden. Renew. Sustain. Energy Rev. 2018, 93, 473-482

7. Miyake, S., Smith, C., Peterson, A., McAlpine, C., Renouf, M., & Waters, D. (2015). Environmental implications of using 'underutilised agricultural land' for future bioenergy crop production. Agricultural Systems, 139, 180-195. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2015.06.010.

8. Ruf, T.; Makselon, J., Udelhoven, T., Emmerling, C., Ruf, T., Udelhoven, T. Soil quality indicator response to land-use change from annual to perennial bioenergy cropping systems in Germany. GCB Bioenerg. 2018, 10, 444-459.

9. Fuchylo, Y.D., Sbytna, M.V. Willows of Ukraine: biology, ecology, use: monograph. The second edition, corrected and supplemented. K.: CPU "Comprint", 2017. 259 p.

10. Sinchenko, V.M., Fuchylo, Y.D., Hanzhenko, O.M., Humentyk, M.Ya., Gnap, I.V., Ivanyuk, I.D. Introduction of high-yielding varieties of energy willow and technological aspects of its cultivation. K.: Comprint, 2022. 206 p.

11. Boyko, I.I. Prospects of growing energy willow for the production of solid biofuel. Bioenergetics. 2017. No. 1 (9). P. 24-26.

12. Fuchylo, Y. D., Litvin, V. M., Sbytna, V. M. Plantation cultivation of poplar in the conditions of Kyiv Polissia. Kyiv, 2012. 214 p.

13. Fuchylo Y.D. etc. Research methodology of willow and poplar energy plantations. Kyiv: CPU "Comprint", 2018. 137 p.

14. Medvedovsky O. K., Ivanenko P. I. Energy analysis of intensive technologies in agricultural production. Kyiv: Urozhai, 1988. 205 p.

N. M. Lys, Y. D. Fuchylo, N. L. Tkachuk
[1]*Carpathian State Agricultural Research Station of Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the NAAS of Ukraine, Ivano-Frankivsk, Ukraine*
[2]*Malyny Vocational College, v. Hamarnya, Zhytomyr region, Ukraine*

BIOMASS PRODUCTIVITY OF POPLAR AND WILLOW ENERGY PLANTATIONS DEPENDING ON AGRICULTURAL GROWING TECHNOLOGY

The results of studies of growth, development and productivity of biomass of energy plantations of willow and poplar on medium loamy sod podzolized soils of the Carpathian region are given. It was established that after the end of the eighth growing season, the highest height of the basket willow (9.6 m) is achieved in the version with planting of 15,000 cuttings per 1 ha. The diameter of the main shoot was 70 mm on average, and the number of shoots per plant was 3.6, or 54,000/ha.

In poplar, the greatest height of eight-year-old plants (15.1 m) was found at the initial density of 5.6 thousand plants/ha. The diameter of their main trunk was 215 mm, and the number of trunks per 1 plant was 2.5, or 30,000 per hectare. The introduction of a complex of mineral fertilizers ($N_{80}P_{300}K_{300}$) ensured an increase in the height of poplar plants by 0.5-1.0 m, and the thickness of their shoots by 11-22 mm.

The highest productivity of dry willow biomass (74.2 t/ha) was found at an average planting density (15,000 cuttings per 1 ha) and application of mineral fertilizers to the soil. At the same time, in the eighth year of cultivation, the annual increase in willow productivity was the lowest for all years of research - from 2.8 t/ha for planting 18,000 cuttings/ha without fertilizing to 4.1 t/ha - for a density of 15.0 thousand cuttings/ha and application of mineral fertilizers.

Over the eight-year period of poplar growing, the variant with an initial density of 6.7 thousand cuttings/ha had the highest dry biomass yield (133.1 t/ha). This is 15.0 t/ha higher than the yield of the option with a density of 8.3 thousand cuttings/ha and 4.3 t/ha more than the option with planting 5.6 thousand cuttings per 1 ha. The use of fertilizers increased the yield of dry biomass of the tested variants from 13.4 to 22.4 t/ha.

In the last, eighth year, the annual increase in poplar dry biomass was from 14.7 t/ha at a planting density of 8.3 thousand units/ha without the use of fertilizers to 19.4 t/ha in the version with a density of 5.6 thousand. /ha and application of fertilizers.

The economic assessment of the efficiency of growing willow energy biomass showed that the greatest economic effect (from 49.8 to 52.9 thousand cuttings/ha) appeared in the options with planting 12 and 15 thousand cuttings/ha and the use of mineral fertilizers. From the energy point of view, the most effective (energy efficiency coefficient – 8.2) was the option with the minimum plant density (12,000 plants/ha) and the use of mineral fertilizers.

For the cultivation of poplar energy biomass, the highest profit (128.4-132.2 thousand cuttings/ha) can be obtained for the density options of 5.6 and 6.7 thousand cuttings/ha and fertilizer application. The highest indicator of the energy efficiency coefficient when growing poplar was 13.1 at a density of 5.6 thousand pcs./ha without fertilizer application.

Key words: *bioenergy crops; Salix viminalis L.; Populus×Max-4; cuttings; planting density; mineral fertilizers; average diameter; average height; biomass productivity; economic and energy efficiency.*

УДК 54.057; 504.06

М. В. Роїк[1], **О. М. Ганженко**[1], **Я. Д. Фучило**[2]

[1]*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, м. Київ, Україна*

[2]*Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирська область, Україна*

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ СИРОВИНИ БІОЛОГІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Проаналізовано сучасний стан і перспективи виробництва та використання біопластика на основі відновлювальної сировини біологічного походження. Вказується, що накопичення пластмас у навколишньому середовищі є загальносвітовою проблемою і якщо не буде вжито заходів, то до 2050 року на нашій планеті буде накопичено до 12 млрд. т пластикових відходів. Головною проблемою є те, що пластмаси, вироблені з нафти та газу, не піддаються біологічному розкладанню, тому викликають серйозні екологічні проблеми. Крім того, зменшення запасів і зростання вартості викопного палива спонукають до пошуку альтернативних, екологічно чистих і сталих джерел сировини для виробництва пластмас, зокрема – на біологічній основі. Одна з головних причин меншого поширення таких пластмас є те, що вони суттєво дорожчі, ніж пластмаси на основі викопної сировини. До їх переваг належить зменшення викидів CO_2, зменшення залежності від викопних ресурсів і можливість повного перероблення після закінчення терміну використання. Джерелами пластмас на біологічній основі можуть бути цукроносні, крохмаленосні культури та лігніноцелюлозні матеріали. Лігноцелюлозна біомаса є найбільш поширеною відновлювальною біомасою на Землі, тому у майбутньому її застосування для виробництва біополімерів буде мати вирішальне значення.

Тополя, а також міскантус та світчграс можуть бути перспективними у якості джерела високоякісної целюлози для виробництва біопластика, оскільки вони характеризуються високою якістю сировини та високою врожайністю біомаси.

Ключові слова: *біопластик, целюлоза, геміцелюлоза, лігнін, тополя, міскантус.*

Щороку в світі виробляється близько 300 млн. т. полімерних матеріалів або пластмас, при цьому утворюється більше 6 млн. т пластикових відходів, з яких лише 9 % переробляється, 12 % – спалюється, а решта 79 % – викидається на

[1]**Роїк Микола Володимирович**, доктор с.-г. наук, професор, академік НААН, директор. E-mail: roiknok@ukr.net, https://orcid.org/0000-0001-7221-6247;

[1]**Ганженко Олександр Миколайович**, доктор с.-г. наук, с.н.с., зав. відділом. E-mail: ganzhenko74@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-8118-1645;

[2]**Фучило Ярослав Дмитрович**, доктор с.-г. наук, професор, завідувач кафедри лісівництва та захисту лісу. E-mail: fuchylo_yar@ukr.net; https://orcid.org/0000-0002-2669-5176.

сміттєзвалища [1]. Накопичення пластмас у навколишньому середовищі є загальносвітовою проблемою. Якщо не буде вжито заходів, то до 2050 року на нашій планеті буде накопичено до 12 млрд. т пластикових відходів. Головною проблемою є те, що пластмаси, вироблені з нафти та газу, не піддаються біологічному розкладанню, тому викликають серйозні екологічні проблеми [2, 3, 4]. Крім того, зменшення запасів і зростання вартості викопного палива спонукають до пошуку альтернативних, екологічно чистих і сталих джерел сировини для виробництва пластмас.

Останні роки проводиться багато досліджень з розробки біопластику. Однак, слід зазначити, що термін «біопластик» не однозначний – він застосовується як до пластику біологічного походження, так і до пластику, що біологічно розкладається [5, 6, 7] (табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація пластику за походженням та здатністю до біорозкладання

Здатність до біорозкладання	Сировина для виробництва поластику		
	Нафтохімічна	Частково на біологічній основі	На біологічній основі
Не розкладається	• Поліетилен (ПЕ) • Поліпропілен (ПП) • Поліетилентерефталат (ПЕТ) • Полістирол (ПС) • Полівінілхлорид (ПВХ)	• Біо-ПЕТ • Політриметилентерефталат (РТТ)	• Біо-ПЕ
Розкладається	• Полібутират адипаттерефталат (ПБАТ) • Полібутиленсукцинат (ПБС) • Полікапролактон (ПКЛ)	• Суміш крохмалю з біорозкладними поліефірами	• Полімолочна кислота (ПМК) • Полігідроксиал-каноати (ПГА)

Таким чином, лише полімолочну кислоту (ПМК), що отримується з крохмалю, білку, кукурудзи, та полігідроксиалканоати (ПГА), які отримують з мікроорганізмів можна вважати біополімерами здатними до біологічного розкладання [8, 9]. Водночас, частка пластику на біологічній основі та біорозкладного пластику складає лише до 1 % від загального світового виробництва пластмас. (рис. 1).

Одна з головних причин меншого поширення пластмас на біологічній основі та біологічно розкладних є те, що вони суттєво дорожчі, ніж пластмаси на основі викопної сировини (табл. 2). Крім того, більшість пластмас на біологічній основі мають вищу щільність, що призводить до ще більшого підвищення їх ціни [11]. Однак, покращення технологій, зростання попиту сприятиме зменшення вартості біологічних пластмас.

Ще однією проблемою широкого застосування біологічних пластмас є те, що вони поки що не повністю відповідають вимогам за своїми механічними або фізичними показниками [12, 13].

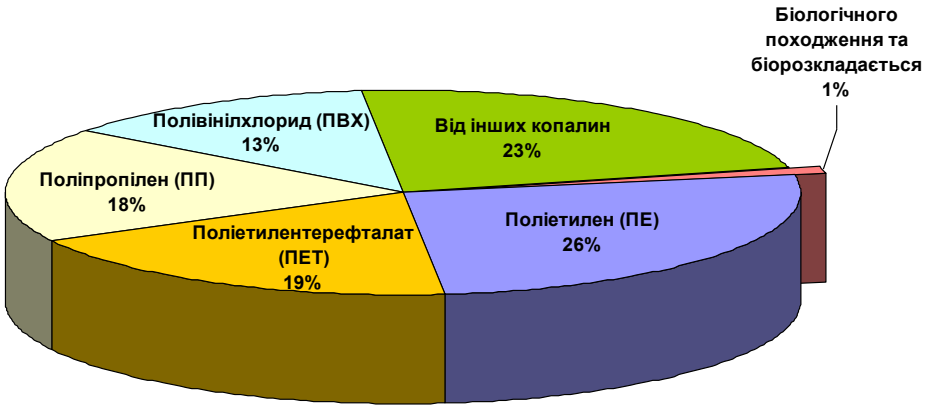


Рис. 1. Структура світового виробництва пластиків

Так, наприклад полімолочна кислота (ПМК) – це 100% пластик на біологічній основі, який придатний до компостування, широко використовується у виробництві упаковок. Перевагами ПМК є її прозорість, блиск, жорсткість, придатність до друку, технологічність. Водночас без додаткових матеріалів ПМК не придатний для упаковки чутливих до вологи продуктів, наприклад: печива, чіпсів, снеків тощо [11].

Таблиця 2

Порівняння вартості поліетилену та біопластику

Види пластику	Ціна, евро/т	Щільність, кг/м^3
Поліетилен	1250-1450	910-940
Біополіетилен	+ 20-40%	910-970
Полібутират адипаттерефталат	+ 35 разів	1250
Полігідроксиалканоати	+ 5 разів	1200-1250
Полімолочна кислота	+ 2 разів	1250
Крохмальні суміші	+ 2-4 разів	1250-1350

Незважаючи на це пластмаси на біологічній основі мають суттєві переваги у сфері сталого розвитку порівняно з пластиком на основі викопного палива. До таких переваг належить зменшення викидів CO_2, зменшення залежності від викопних ресурсів і можливість повного перероблення після закінчення терміну використання.

Сьогодні біопластики, в основному виробляються з відновлюваної, багатої вуглеводами сировини. Так, наприклад, найбільш поширений біопластик полімолочна кислота виробляться з цукру-сирцю з цукрової тростини чи

цукрових буряків, або декстрози з кукурудзяного крохмалю або крохмалю маніоки.

У цілому, джерелами пластмас на біологічній основі можуть бути цукроносні, крохмаленосні культури та лігниноцелюлозні матеріали [14]. Серед цукроносних культур найбільш поширені цукрова тростина і цукрові буряки, а також цукрове сорго. Цукор виділяється шляхом подрібнення (цукрова тростина, цукрове сорго) або шляхом теплової екстракції і випаровування (цукровий буряк) (рис. 2).

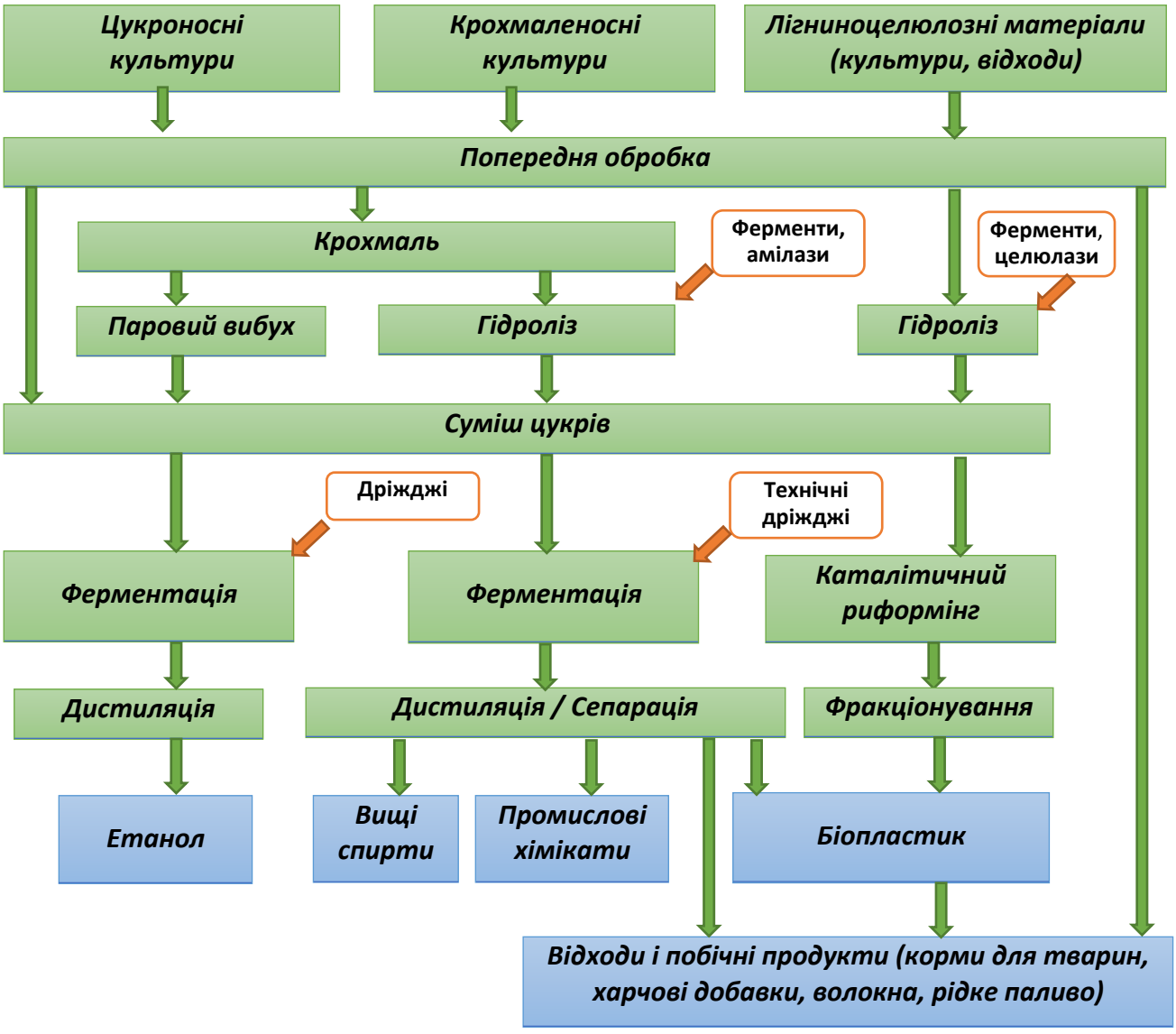


Рис. 2. Біохімічні ланцюжки створення доданої вартості

Крохмаленосні культури – це в основному кукурудза, пшениця, інші зернові та картопля. Крохмаль – це полісахарид для ферментації якого необхідно гідролізувати його до моносахаридів (цукрів). Для оцукрювання крохмалю зазвичай застосовується метод ферментативного гідролізу амілазами. Під час

ферментативного гідролізу крохмальні культури подрібнюються і розтираються; потім додають ферменти (амілази), які перетворюють крохмаль в цукор [15].

Масове використання сировини на основі цукру (цукрова тростина, цукровий буряк) і крохмалю (кукурудза, пшениця, тритикале, картопля, рис і т.д.) для виробництва биопластика та біопаливо може суттєво вплинути на ціни продуктів харчування і землекористування. Виробництво біопластику з лігноцелюлозної біомаси може бути хорошою альтернативою, головним чином через її доступність в усьому світі і неконкурентність із продуктами харчування [16].

Лігноцелюлоза – структурний матеріал біомаси рослин. Термін «лігноцелюлоза» включає в себе відходи сільського господарства і деревопереробної промисловості, деревину з лісового господарства, короткоротаційні деревні плантації та лігноцелюлозні енергетичні культури, зокрема – багаторічні трави (світчграс, міскантус та інші).

Лігноцелюлозна біомаса є найбільш поширеною відновлювальною біомасою на Землі, тому у майбутньому її застосування для виробництва біополімерів буде мати вирішальне значення. Крім того, вона значно дешевше сирої нафти, і її можна виробити швидко і з меншими витратами, ніж інші важливі для сільськогосподарські види сировини. Таким чином, лігноцелюлозна біомаса вважається ідеальною поновлювальною сировиною для виробництва біопластика, біопалива та інших речовин.

На сьогодні з лігноцелюлози отримано понад 200 сполук з доданою вартістю [17]. Водночас підвищення цінності лігноцелюлозної біомаси все ще залишається великою проблемою. Сьогодні в усьому світі проводиться значна кількість досліджень з підвищення ефективності і зменшення витрат під час перетворення лігноцелюлозної біомаси на хімічні сполуки і полімери [18]. Одна з найбільш важливих цілей – розділити лігноцелюлозу на три основних компоненти: целюлозу, геміцелюлозу і лігнін.

Як правило, спочатку перед оцукрюванням лігноцелюлозну сировину піддають попередній обробці для розділення на складові. Найпоширеніший спосіб – це «паровий вибух» якій проводять разом або без кислотного каталізатору. Після відділення целюлози і геміцелюлози від лігніну проводиться оцукрювання полісахаридів, як правило, шляхом ферментативного гідролізу (з використанням целюлаз і гемицелюлаз). Цукри С6 можна зброджувати звичайними дріжджами, в той час як цукри С5 для ферментації потребують певних видів мікроорганізмів. У даний час лігнін зазвичай відокремлюють і сушать, щоб використовувати в якості палива, оскільки він багатий вуглецем і воднем, тому володіє високою теплотворною здатністю (до 25 МДж/кг)

Основним компонентом лігноцелюлози є целюлоза. На відміну від глюкози та інших глюканових полімерів, одиницею целюлозного ланцюга є дисахарид целобіоза. Його структура складається з великих внутрішньо молекулярних і міжмолекулярних мереж водневих зв’язків, які міцно пов'язують одиниці глюкози. Оскільки близько половини органічного вуглецю в біосфері існує у формі целюлози, перетворення целюлози в цінні хімічні речовини, в т.ч. біополімери має велике значення [19, 20].

Геміцелюлоза – другий за поширеністю полімер. На відміну від целюлози, геміцелюлоза має невпорядковану і аморфну структуру, яка складається з декількох гетерополімерів, включаючи ксилан, галактоманнана, глюкуроноксилан, арабіноксилан, глюкоманнан і ксилоглюкан. Геміцелюлози листяних порід дерев містять в основному ксилан, тоді як геміцелюлози хвойних порід містять в основному глюкоманнан. Гетерополімери геміцелюлози складаються з різних 5- і 6-вуглецевих моносахаридних одиниць: пентози (ксилоза, арабиноза), гексози (манноза, глюкоза, галактоза) і ацетильованих цукрів. Геміцелюлоза вмонтовується в стінки рослинних клітин, утворюючи складну мережу зв'язків, які забезпечують структурну міцність за рахунок зв'язування целюлозних волокон у мікрофібри і зшивання їх з лігніном [21].

Лігнін являє собою тривимірний полімер фенілпропаноїдних сполук. Він діє як клітинний клей, який забезпечує міцність рослинної тканини і окремих волокон, жорсткість клітинної стінки і стійкість до комах і патогенів [22].

Таким чином, майбутні розробки в області підвищення цінності лігноцелюлозної біомаси безпосередньо пов'язані з поліпшеннями в області хімічного і мікробного синтезу.

Завдяки недавнім досягненням в цих областях кількість і різноманітність хімічних сполук на основі лігноцелюлозної біомаси швидко збільшується. Крім того, були розроблені технології біопереробки для очищення лігноцелюлозної біомаси для виробництва зеленого палива і біопластику. Збільшується кількість пілотних і демонстраційних проектів, пов'язаних з біопереробкою. Так, Lignol, Verenium і Mascoma є багатообіцяючими компаніями, які прагнуть зайнятися розробкою технологій біопереробки для виробництва біопалива, біохімічних речовин і біопластику з нехарчової целюлозної сировини. Найбільші світові хімічні компанії, такі як DuPont, BASF, SABIC, Dow Chemical, LyondellBasell і Mitsubishi Chemical, також активно працюють в галузі переробки лігноцелюлозної біомаси. Вже налагоджено біологічне виробництво різних речовин, таких як етанол, бутанол, молочна кислота, левулінова кислота, сорбіт, гліцерин, 1,3-пропандіол, ітаконова кислота, бурштинова кислота і 2,5-FDCA [23, 24].

Завдяки дослідженням і розробкам, багато інших хімічних речовин, які отримані з лігноцелюлозної біомаси, все ще чекають на комерційне виробництво. Очікується, що в найближчому майбутньому існуючі хімічні полімери будуть замінені їх аналогами на основі біомаси. Наприклад, поліетилен, отриманий з нафти, може бути легко замінений біополіетиленом. Було показано, що біополіетилен має точно такі ж хімічні, фізичні і механічні властивості, що і нафтохімічний поліетилен. В якості іншої перспективи на майбутнє існуючі звичайні полімери також можуть бути замінені їх новими альтернативами на біологічній основі. Наприклад, 100 % поліетилен-фураноат (ПЕФ) компанії Avantium може потенційно замінити ПЕТ.

Однак кінцевий комерційний успіх біопластика буде залежати від трьох чинників: економіка, продуктивність і навколишнє середовище. Поки, що перший фактор є найбільш суттєвим, оскільки доведено, що біополімери демонструють аналогічні характеристики і суттєву екологічність у порівнянні з їх аналогами на нафтовій основі. Економічні міркування можна поліпшити за рахунок безперервних досліджень і розробок, а також інвестицій з боку уряду і приватного сектора. На щастя, останні тенденції дозволяють припустити, що ми знаходимося на шляху створення світової економіки, заснованої на біотехнологіях, і лігноцелюлозна біомаса може зіграти велику роль в цьому контексті.

На сьогодні, в якості основної сировини для виробництва біопластику з альтернативних ресурсів розглядається целюлоза, яку можна використовувати в промисловості у вигляді регенерованої целюлози і похідних целюлози (рис. 3).

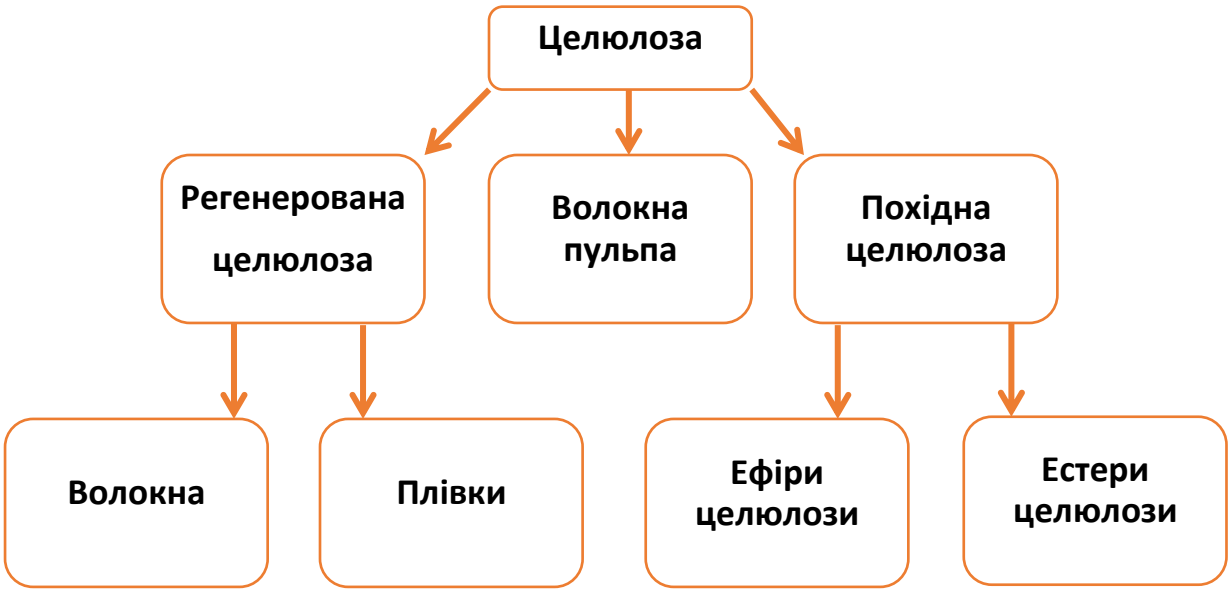


Рис. 3. Полімерні матеріали на основі целюлози [25]

Регенерація целюлози це процес, в результаті якого целюлоза хімічно розчиняється і знову реструктурується у вигляді волокон або плівки. Найбільш

відомими представниками цієї групи матеріалів є віскоза, віскозний шовк, а також деякі інші волокна. Для отримання плівок використовуються гідрат целюлози. Найвідоміша із цих плівок – целофан [25].

У промисловому використанні важливу роль відіграють похідні целюлози. Їх поділяють на дві основні групи – прості ефіри целюлози і складні ефіри (естери) целюлози. Для виробництва біопластику складні ефіри целюлози мають значно більше значення. Першим термопластичних матеріалом був целулоїд, якій містить 75 % нітрату целюлози (отриманого з азотної кислоти і целюлози) і 25 % камфори. В основному складні ефіри целюлози отримають у результаті етерифікації целюлози органічними кислотами – ацетатом целюлози (целюлоза з оцтовою кислотою), пропіонатом целюлози (з пропіоновою кислотою) і бутилатом целюлози (з олійною кислотою).

Як відмічалось раніше, лігноцелюлозна біомаса в основному складається з трьох полімерів: целюлоза, геміцелюлоза і лігнін разом з невеликими кількостями інших компонентів, таких як ацетильна група, мінерали і фенольні сполуки. Залежно від типу лігноцелюлозної біомаси ці полімери організовані в складні неоднорідні тривимірні структури різного ступеня і з різним відносним складом [26].

Лігнін з трьох компонентів найбільш стійкий до деградації, а целюлоза більш стійка до гідролізу, порівняно з геміцелюлозами [27]. Метою процесу попередньої обробки є видалення лігніну і геміцелюлози (тому цей вид попередньої обробки також називають делігніфікація), зниження кристалічності целюлози, а також збільшення пористості лігноцелюлозних матеріалів. Відомі різні типи методів делігніфікації: фізичні, фізико-хімічні, хімічні, біологічні та електричні або їх поєднання [28]. Але видалення лігніну вимагає значних витрат енергії і призводить до утворення великої кількості стічних вод [29]. З технічної точки зору процес видалення лігніну складний та затратний [30].

Як уже згадувалося, використання лігноцелюлозних біомаси для отримання біополімерів передбачає ферментативну або хімічну попередню обробку для її фракціонування на три основні компоненти – целюлоза, геміцелюлози і лігнін [31]. Різна лігноцелюлозна біомаса містить не однакову кількість компонентів. Так, у ваті бавовни вміст целюлози досягає 95 %, в деревних порід – від 40 до 54 %, при цьому вміст лігніну сягає більше 20 % (за винятком тополі). У сільськогосподарських відходах целюлози містяться до 40 %, лігніну в середньому до 15 % [32]. Багаторічні трав'янисті біоенергетичні культури займають проміжне положення (табл. 3).

В університеті Вагенінгена порівнювали вихід біопластиків із різних сільськогосподарських культур та міскантусу (рис. 4). Встановлено, що

біоенергетичні культури можуть бути доброю альтернативою для виробництва біопластику [11].

Біоенергетичні культури міскантус та світчграс на відміну від сільськогосподарських відходів може виявитися перспективним способом залучення нових джерел високоякісної целюлози для виробництва біопластика.

Таблиця 3

Типи лігноцелюлозних біомас та їх хімічний склад

Лігноцелюлозна біомаса	Целюлоза (%)	Геміцелюлоза (%)	Лігнін (%)
Тверда деревина			
Дуб	40,4	35,9	24,1
Евкаліпт	54,0	18,4	21,5
М'яка деревина			
Тополя	50,8-53,3	26,2-28,7	15,5-16,3
Сосна	42,0-50,1	24,0-27,0	20,0
Біоенергетичні культури			
Міскантус	45,0-52,0	24,0-32,0	9,0-12,0
Світчграс	35,0-40,0	25,0-30,0	15,0-20,0
Сільськогосподарські відходи			
Пшенична солома	35,0-39,0	23,0-30,0	12,0-16,0
Ячмінна солома	36,0-43,0	24,0-33,0	6,3-9,8
Вівсяна солома	31,0-35,0	20,0-26,0	10,0-15,0
Житня солома	36,2-47,0	19,0-24,5	9,9-24,0
Початки кукурудзи	33,7-41,2	31,9-36,0	6,1-15,9
Стебла кукурудзи	35,0-39,6	16,8-35,0	7,0-18,4
Солома сорго	32,0-35,0	24,0-27,0	15,0-21,0

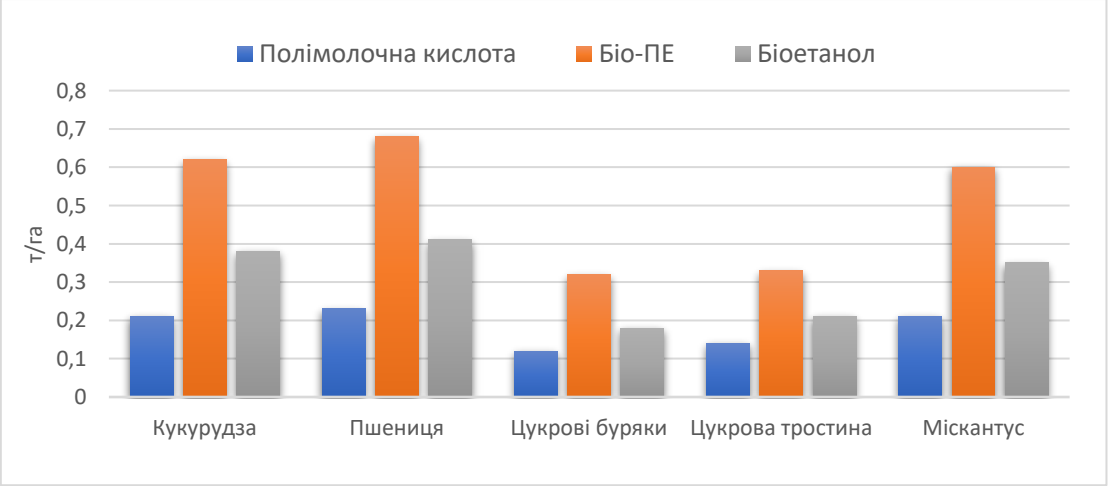


Рис. 4. Ефективність використання земель для виробництва полімолочної кислоти, біо-ПЕ та біоетанолу

Оскільки для сільськогосподарських відходів вартість кінцевої продукції формується витратами доставки сировини до виробництва. Водночас, міскантус та світчграс характеризуються багаторічною високою врожайністю [33, 34].

Останнім часом біопластики, посилені лігніном, привернули увагу дослідників в усьому світі. Оскільки, лігнін займає друге місце за вмістом у біомасі рослин після целюлози і є найпоширенішим природним ароматичним ресурсом [35, 36]. Було підраховано, що в паперовій промисловості є близько 70 мільйонів тонн лігніну в рік [37, 38]. Однак тільки 2% його переробляється і утилізується у вигляді лігніну, решта використовується як паливо [39].

Багато досліджень проводяться з метою використання лігніну в якості біокомпозиту у складі біопластику, через його широку доступність, високі механічні властивості, здатність до біорозкладання [40, 41, 42]. Лігнін може діяти як пластифікатор, стабілізатор або біосумісний агент, що надає біопластику різні властивості. Однак, через складну структуру, можливість отримання технічного лігніну для біопластику в даний час є проблематичним. Вважається, що прості модифікації лігноцелюлозних волокон, які істотно не змінюють хімічний вміст або склад волокон, дуже перспективні для створення більш функціональних груп волокон, схильних до взаємодії з біопластиком.

Висновки. У світу щороку виробляється 300 млн.т. пластмас, майже 80% з яких викидається на звалища. До 2050 року буде накопичено до 12 млрд. т пластикових відходів, що не піддаються біологічному розкладанню. В той же час, пластмаси на біологічній основі поки що суттєво дорожчі, ніж пластмаси на основі викопних матеріалів і за своїми механічними або фізичними показниками не повністю відповідають вимогам виробництва.

Сьогодні біопластики, в основному виробляються з відновлюваної, багатого вуглеводами сировини, таких як цукор-сирець з цукрової тростини або цукрових буряків, або декстрози з кукурудзяного крохмалю чи крохмалю маніоки. У перспективі масове використання такої сировини для виробництва біопластика та біопаливо може суттєво вплинути на ціни продуктів харчування і землекористування. Тому, застосування лігноцелюлозної біомаси для виробництво біопластика є хорошою альтернативою, головним чином через її доступність і неконкурентність із запасами продовольства.

Не зважаючи на те, що з лігноцелюлози отримано понад 200 сполук, підвищення цінності лігноцелюлозної біомаси все ще залишається проблемним. Проводиться велика кількість досліджень з підвищення ефективності і зменшення витрат при перетворені лігноцелюлозної біомаси в хімічні сполуки і полімери, головним чином розділити лігноцелюлозу на три основних компоненти: целюлоза, геміцелюлози і лігнін.

Тополя та міскантус можуть бути перспективними культурами для виробництва біопластику, оскільки вони характеризуються високим вмістом целюлози і геміцелюлози та багаторічною високою врожайністю біомаси.

References

1. Thielen M. (2014). Bioplastics: Plants And Crops, Raw Materials, Products, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), 2014, 64 p.

2. Thakur, V.K., Thakur, M.K., Raghavan, P., Kessler, M.R. (2014). Progress in Green Polymer Composites from Lignin for Multifunctional Applications: A Review. ACS Sustain. Chem. Eng. 2014, 2, 1072–1092.

3. Vengal, J.C., Srikumar, M. (2005). Processing and Study of Novel Lignin-Starch and Lignin-Gelatin Biodegradable Polymeric Films. Trends Biomater. Artif. Organs 2005, 18, 237-241.

4. Ching, Y.C., Ershad, A., Luqman, C.A., Choo, K.W., Yong, C.K., Sabariah, J.J., Chuah, C.H., Liou, N.S. (2016). Rheological properties of cellulose nanocrystal-embedded polymer composites: A review. Cellulose 2016, 23, 1011-1030

5. Choo, K.W., Ching, Y.C., Chuah, C.H., Sabariah, J., Liou, N.S. (2016). Preparation and characterization of polyvinyl alcohol-chitosan composite films reinforced with cellulose nanofiber. Materials 2016, 9, 644.

6. Ashiqur, R., Ching, Y.C., Kuan, Y.C., Awanis, N., Ashok, K.C., Cheng, H.C., Nai-Shang, L. (2015). Surface modification of natural fiber using Bi2O3/TiO2 composite for photocatalytic self-cleaning. BioResource 2015, 10, 7405–7418.

7. Nurfatimah, A.B., Ching, Y.C., Luqman, C.A., Chantara, T.R., Nor Azowa, I. (2015). Thermal and dynamic mechanical properties of grafted kenaf filled poly(vinyl chloride)/ethylene vinyl acetate composites. Mater. Des. 2015, 65, 204-211.

8. Sarasini, F., Tirillò, J., Puglia, D., Dominici, F., Santulli, C., Boimau, K., Valente, T., Torre, L. (2017). Biodegradable polycaprolactone-based composites reinforced with ramie and borassus fibres. Compos. Struct. 2017, 167, 20-29.

9. Brodin, M., Vallejos, M., Opedal, M.T., Area, M.C., Chinga-Carrasco, G. (2017). Lignocellulosics as sustainable resources for production of bioplastics–A review. J. Clen. Prod. 2017, 162, 646-664.

10. Plastics Europe, 2015. Plastics – the Facts 2015 – An analysis of European plastics production, demand and waste data, http://www.plasticseurope.org/documents/document/ 20151216062602-plastics_the_facts_2015_final_30pages_14122015.pdf .

11. Van den Oever M., Molenveld, K., Van der Zee M., Bos, H. (2017). Bio-based and biodegradable plastics - Facts and Figures, Wageningen Food & Biobased Research number 1722, 65 p.

12. Ochi, S. (2006). Development of high strength biodegradable composites using Manila hemp fiber and starch-based biodegradable resin. Compos. Part A Appl. Sci. Manuf. 2006, 37, 1879-1883.

13. Stevens, E.S., Klamczynski, A., Glenn, G.M. (2010). Starch-lignin foams. Express Polym. Lett. 2010, 4, 311-320.

14. Acquavia, M.A., Pascale, R., Martelli, G., Bondoni, M., Bianco, G. (2021). Natural Polymeric Materials: A Solution to Plastic Pollution from the Agro-Food Sector. Polymers 2021, 13,158. https://doi.org/10.3390/polym1301015

15. Bioenergy value chain 5: sugar to alcohols http://www.biofuelstp.eu/biochemical-production.html

16. Saha, B.C. (2005). Enzymes as Biocatalysts for Conversion of Lignocellulosic Biomass to Fermentable Sugars, Handbook of Industrial Biocatalysis, ed.C. T. Hou, CRC Press, 2005.

17. Sanz Mirabal, L., Scholz, M., Carus eds. (2020). Market study on Bio-based Polymers in the World – Capacities, Production and Applications: Status Quo and Trends towards 2020, Nova Institute, 2013.

18. Piotrowski, S., Carus, M., Essel, R. (2015). Global bioeconomy in the conflict between biomass supply and demand, nova paper #7on bio-based economy, nova-Institut GmbH, http://agricultura.gencat.cat/web/.content/de_departament/de02_estadistiques_observatoris/27_butlletins/02_butlletins_nd/documents_nd/fitxers_estatics_nd/2015/0165_2015_ERenovables_Biomassa_biomassa.pdf.

19. Ragauskas, A. J., Williams, C. K., Davison, B. H., Britovsek, G., Cairney, J., Eckert, C. A., Frederick, W. J., Hallett, Jr., J. P., Leak, D. J., Liotta, C. L., Mielenz, J. R., Murphy, R., Templer, R. and Tschaplinski T. (2006). Science, 2006, 311, 484-489.

20. Taarning, E., Osmundsen, C. M., Yang, X., Voss, B., Andersen S. I. and Christensen, C. H. (2011). Energy Environ. Sci., 2011, 4, 793.

21. Agbor, V. B., Cicek, N., Sparling, R., Berlin, A. and Levin D. B. (2011). Biomass pretreatment: fundamentals toward application, Biotechnol. Adv., 2011, 29, 675-685.

22. Rubin, E.M. (2014). Genomics of cellulosic biofuels," Nature 454, 2008, 841-845.

23. The Dow Chemical Company, http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDOWCOM/dh_0100/0901b80380100836.pdf?filepath=/296-01301.pdf&fromPage=GetDoc , Accessed August 15, 2014.

24. Solvay S. A. (2014. http://www.solvaychemicals.com/Chemicals Literature Documents/Allylic_products/APP-2200-0000-W-EN_WW_.pdf,Accessed August 15, 2014.

25. Endres, H.-J., Siebert-Raths, A. (2009). Technische Biopolymere, Carl Hanser Verlag, 2009.

26. Agbor, V.B., Cicek, N., Sparling, R., Berlin, A. and Levin, D.B. (2011). Biomass Pretreatment: Fundamentals toward Application. Biotechnology Advances, 29, 675-685. http://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.2011.05.005

27. Mäki-Arvela, P., Anugwom, I., Virtanen, P., Sjöholm, R., Mikkola, J. P. (2010). Dissolution of lignocellulosic materials and its constituents using ionic liquids - a review, Industrial Crops and Products 2010 Vol.32 No.3 pp.175-201.

28. Ягодин В.И. Основы химии и технологии переработки древесной зелени. Ленинград: Химия, 1981. 224 с. [Yagodin V.I. Fundamentals of chemistry and technology for processing woody greens. Leningrad: Khimiya, 1981. 224 p.] (in Russian)

29. Шитов Ф.А. Технология целлюлозно-бумажного производства. Москва: Лесная промышленность, 1987. 208 с. [Shitov F.A. Pulp and paper production technology. Moscow: Timber Industry, 1987. 208 p.] (in Russian)

30. Fink, H.-P., Engelmann, G., Ebert, A. (2012). Lignin als Polymerwerkstoff, FNR-Fachgespräch Stoffliche Nutzung von Lignin, Berlin, March 2009.

31. Menon, V. and Rao, M. (2012). Trends in bioconversion of lignocellulose: Biofuels, platform chemicals & biorefinery concept, Prog. Energy Combust. Sci.,2012, 38, 522-550.

32. Cherubini, F. (2010). The biorefinery concept: Using biomass instead of oil for producing energy and chemicals, Energy Convers. Manage., 2010, 51, 1412-1421.

33. Вирощування біоенергетичних культур: монографія / за ред. к.с.-г.н. М. Я. Гументика / [М. Я. Гументик, Б. М. Радейко, Я. Д. Фучило, В. М. Сінченко, О. М. Ганженко та ін.]. К.: ТОВ «ЦП «Компринт», 2018. 178 с. [Cultivation of bioenergy crops: monograph / edited by Ph.D. M. Ya. Humentyk / [M. Ya. Humentyk, B. M. Radeyko, Y. D. Fuchylo, V. M. Sinchenko, O. M. Hanzhenko and others]. Kyiv: CP "Comprint" LLC, 2018. 178 p.] (in Ukrainian)

34. Міскантус в Україні: монографія / [М. В. Роїк, В. М. Сінченко, В. І. Пиркін, В. М. Квак та ін.]. К.: ФОП Ямчинський О. В., 2019 256 с. [Miscanthus in Ukraine: monograph / [M. V. Roik, V. M. Sinchenko, V. I. Pyrkin, V. M. Kwak and others]. K.: FOP Yamchynskyi O. V., 2019 256 p.] (in Ukrainian)

35. Holmgren, A., Brunow, G., Henriksson, G., Zhang, L., Ralph, J. (2006). Non-enzymatic reduction of quinone methides during oxidative coupling of monolignols: Implications for the origin of benzyl structures in lignins. Org. Biomol. Chem. 2006, 4, 3456-3461.

36. Duval, A., Molina-Boisseau, S., Chirat, C. (2013). Comparison of Kraft lignin and lignosulfonates addition to wheat gluten-based materials: Mechanical and thermal properties. Ind. Crops Prod. 2013, 49, 66-74.

37. Graupner, N. (2008). Application of lignin as natural adhesion promoter in cotton fibre-reinforced poly (lactic acid) (PLA) composites. J. Mater. Sci. 2008, 43, 5222-5229.

38. Laurichesse, S., Avérous, L. (2014). Chemical modification of lignins: Towards biobased polymers. Prog. Polym. Sci.2014, 39, 1266-1290.

39. Duval, A.; Lawoko, M. (2014). A review on lignin-based polymeric, micro- and nano-structured materials. React. Funct. Polym. 2014, 85, 78-96.

40. Klapiszewski, Ł., Bula, K., Sobczak, M., Jesionowski, T. (2016). Influence of Processing Conditions on the Thermal Stability and Mechanical Properties of PP/Silica-Lignin Composites. Int. J. Polym. Sci. 2016, 2016, 1-9.

41. Nair, S.S., Chen, H., Peng, Y., Huang, Y., Yan, N. (2018). Polylactic Acid Biocomposites Reinforced with Nanocellulose Fibrils with High Lignin Content for Improved Mechanical, Thermal, and Barrier Properties. ACS Sustain. Chem. Eng. 2018, 6, 10058-10068.

42. Spiridon, I., Leluk, K., Resmerita, A.M., Darie, R.N. Evaluation of PLA–lignin bioplastics properties before and after accelerated weathering. Compos. Part B Eng. 2015, 69, 342-349.

M. V. Roik[1], O. M. Hanzhenko[1], Y. D. Fuchylo[1, 2]

[1]Institute of bioenergy crops and sugar beets of the NAAS, Kyiv, Ukraine
[2]Malyn Vocational College, v. Hamarnya, Zhytomyr region, Ukraine

STATUS AND PROSPECTS OF PRODUCTION OF POLYMER MATERIALS BASED ON RENEWABLE RAW MATERIALS OF BIOLOGICAL ORIGIN

The current state and prospects of the production and use of bioplastics based on renewable raw materials of biological origin are analyzed. It is indicated that the accumulation of plastics in the environment is a global problem and if no measures are taken, up to 12 billion tons of plastic waste will accumulate on our planet by 2050. The main problem is that plastics made from oil and gas are not biodegradable, so they cause serious environmental problems. In addition, the decrease

in reserves and the increase in the cost of fossil fuels encourage the search for alternative, environmentally friendly and sustainable sources of raw materials for the production of plastics, in particular - on a biological basis. One of the main reasons that such plastics are less common is that they are significantly more expensive than fossil-based plastics. Their advantages include reduced CO_2 emissions, reduced dependence on fossil resources and the possibility of complete recycling after the end of their useful life. Sources of biologically based plastics can be sugar-bearing, starch-bearing crops and lignin-cellulosic materials. Lignocellulosic biomass is the most abundant renewable biomass on Earth, so its use for the production of biopolymers will be crucial in the future. Poplar, as well as miscanthus and switchgrass, can be promising as a source of high-quality cellulose for the production of bioplastics, as they are characterized by high quality raw materials and high biomass yields.

Key words: *bioplastic, cellulose, hemicellulose, lignin, poplar, miscanthus.*

СЕКЦІЯ ІІ
ІНЖЕНЕРІЯ, ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ

УДК 336.221.4(477)

В. О. Євстаф'єв[1], Л. А. Бернацька[2]

[1]Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирська область, Україна

ЗЕМЕЛЬНА РЕФОРМА ТА РОЛЬ ПРИВАТИЗАЦІЇ В СУСПІЛЬНО - ЕКОНОМІЧНИХ ВІДНОСИНАХ УКРАЇНИ

Розкрито історичний, правовий та соціальний зміст формування земельних відносин в Україні у кінці ХХ на початку ХХІ століття. Проаналізовані основні історичні чинники, що дали змогу сформувати передумови для створення сучасної нормативно-правової бази земельного законодавства України. Встановлено, етапи проведення Земельної реформи в Україні. Проаналізовані події, які призвели до формування сучасної нормативно-правової бази українського земельного законодавства. Доведено, що аграрна реформа в галузі сільського господарства сформувала нові економічні відносини, новий тип суспільства з ринковою економікою на території України та всього колишнього Радянського Союзу. Аграрна реформа в Україні це нова віха в історичному та культурному аспекті, за освітнім, науковим, соціальним, значенням в історико-економічному аспекті хронології розвитку української держави. Акцентовано увагу на законодавчих змінах, які відбулися в законодавстві України в період з 1992 по 2012 рік. Розкрито аспекти підготовки законодавчо-нормативної бази, яка призвела до приватизації земельних часток-паїв та інших земель, які в той час перебували у власності держави. Висвітлено основні етапи формування інституту приватної власності на землю та виникнення інших форм власності. Окреслено основні питання пов'язані з введенням мораторію на окремі законодавчі заходи у сфері земельних відносин в Україні.

Ключові слова: *земельна реформа, приватизація, власність, земельний кодекс України (ЗКУ), землі сільськогосподарського призначення, державний земельний кадастр, державна реєстрація земельних ділянок, автоматизована система державного земельного кадастру.*

Вступ. Однією з найважливіших подій в історії України кінця ХХ століття з точки зору здобуття Україною статусу незалежної держави є земельна реформа. З'ясовано, що саме цей процес супроводжувався дуже великими змінами в українській економіці, у суспільній свідомості та психології кожного українця. Встановлено, що однією з головних складових земельної реформи стала приватизація землі. [Приватизація почалася з прийняття Земельного кодексу (далі – ЗКУ) в редакції від 13 березня 1992 року і здійснювалася в рамках

[1]Євстаф'єв Василь Олександрович, викладач вищої категорії, E-mail: evstafevvasil5@gmail.com, https://orcid.org/0009-0004-4565-9359;

[2]Бернацька Людмила Адамівна, спеціаліст вищої категорії. E-mail: bernatskala1412@gmail.com; https://orcid.org/0009-0004-4399-7493.

земельної реформи в Україні. У перші роки земельна реформа та приватизація землі мали яскраво виражений сільськогосподарський характер] [1]. Важливим правовим документом під час приватизації української землі став Декрет Кабінету Міністрів України від 26 грудня 1992 року «Про приватизацію землі». [7]. Цей документ, по суті, підтверджував основні положення і тези, норми і правила, за якими громадяни України ставали власниками власної землі

Земельна реформа в галузі аграрного виробництва була зумовлена необхідністю передачі землі тим, хто на ній працює. У зв'язку з цим з 1992 року майже всі землі сільськогосподарського призначення в Україні, що належали виключно державі і використовувалися сільськогосподарськими підприємствами, мали бути передані у власність селян. З метою створення умов для приватизації сільськогосподарських угідь у 1992 році поряд із загальнодержавною власністю були запроваджені колективна та приватна форми власності на землю. Відповідно до законодавства України приватизація земель, призначених для ведення товарного сільськогосподарського виробництва, здійснювалася двома основними шляхами. По-перше, держава ініціювала передачу громадянам приватних власників земель сільськогосподарського призначення із земель запасу та резервного фонду для ведення сільського господарства. По-друге, державою розпочато реалізацію комплексу заходів, спрямованих на надання членам сільськогосподарських підприємств статусу власника землі, які використовується цими підприємствами. На момент скасування в 1992 році монопольного статусу державної власності на землю майже всі землі, придатні для ведення сільськогосподарського виробництва, використовувалися колективними сільськогосподарськими підприємствами (КСП), утвореними на базі колишніх колгоспів і радгоспів. Тому основна мета приватизації полягала у створенні інституту землевласників. Приватизація земель сільськогосподарських підприємств стала найскладнішим, найтривалішим і найпрогресивнішим процесом земельної реформи в країні.

Матеріали і методи дослідження. У ході хронологічних досліджень використовувались матеріалу та джерела в яких висвітлювалися питання пов’язані з приватизацією землі, Земельною реформою в Україні та мораторіями на окремі законодавчі заходи у сфері земельних відносин в Україні. Був проведений детальний опис еволюції земельних відносин в Україні та тих змін, які відбулися в земельному законодавстві України у період з 1991 по 2001 рік. Дано широкий аналіз тим змінам, які були внесені в «Земельний кодекс України» у 2001 році. Визначено хронологічні зміни, які призвели до формування сучасного типу земельних відносин в Україні. Описано процес створення публічної кадастрової карти України, основні компоненти її інтерфейсу та зміни, які останнім часом відбулися у її використанні.

Аналіз літературних джерел. Передумови проведення Земельної реформи в Україні визначаються, виходячи зі специфіки вирішуваних задач. Так, використання різночасових літературних джерел дозволяє відслідковувати динаміку змін у земельному законодавстві та виявляти еволюційні зміни в структурі земельних відносин, де відбувся процес виникнення нових форм власності на землю, а від так і нового типу ринкових відносин.

Результати дослідження. Поетапний характер процесу приватизації був результатом поєднання, з одного боку, переваг великого товарного сільськогосподарського виробництва (тобто землеробство на великих, а не малих земельних масивах), з іншого боку, переваг, що випливають надання селянинові статусу землевласника. На першому етапі земельної реформи в Україні цю ідею намагалися реалізувати шляхом передачі землі у колективну власність. Тому в новій редакції ЗКУ було запроваджено колективну власність на землю [1].

Основним завданням першого етапу реформи була передача землі у колективну власність КСП та деяких інших сільськогосподарських суб'єктів. Роздержавлення земель сільськогосподарського призначення (крім тих, що залишилися у запасному фонді) досягнуто шляхом їх передачі з державної власності у власність КСП. На 1 січня 1999 р. 99,5% КСП були колективними власниками 27,6 млн. га сільськогосподарських угідь, або 45,7% земельного фонду України було передано з державної у колективну власність.

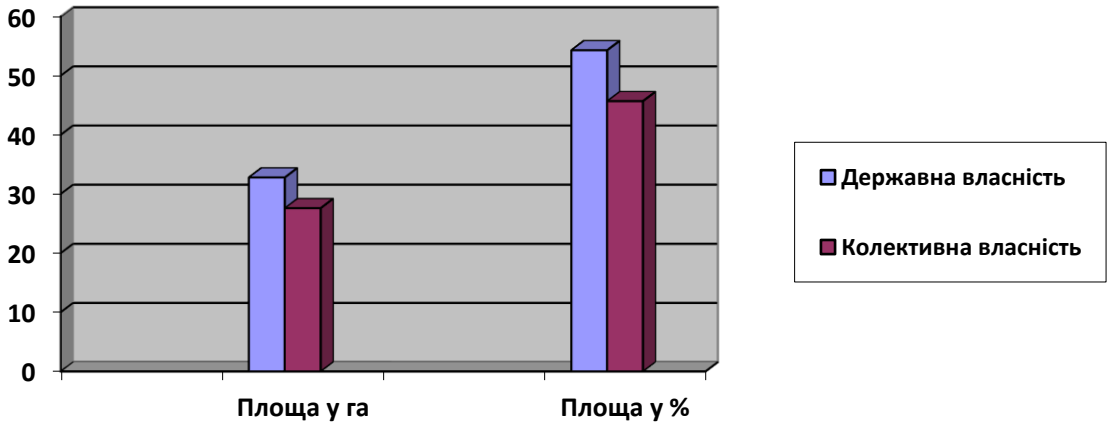


Рис. 1. Співвідношення державної та колективної власності у структурі земельного фонду України станом на 1 січня 1999 року.

Досвід такого реформування земельних відносин довів, що сама по собі передача землі у власність КСП не перетворює членів КСП на справжніх землевласників. Тому у 1994 році держава намагалася зміцнити правовий статус учасників КСП, як співвласників землі, переданої у колективну власність. Указом Президента України «Про невідкладні заходи щодо прискорення

аграрної реформи в галузі сільськогосподарського виробництва» від 10 листопада 1994 р. основний акцент аграрної реформи перенесено з передачі землі у власність колективної власності КСП на паювання земель сільськогосподарського призначення, переданих у колективну власність. Виділення передбачає виділення кожному учаснику КСП земельної частки (паю), право на яку матеріалізується сертифікатом. Власники сертифікатів отримали право розпоряджатися ними до виділення в натурі земельної частки (паю) у вигляді земельної ділянки, право власності на яку посвідчується державним законом про право приватної власності на землю. Змістом другого етапу земельної реформи стало паювання землі, переданої у колективну власність. Близько 6,7 млн громадян, членів приблизно 11 тис. кооперативів, отримали сертифікати на паювання землі. Проте поділ колективних земель не досяг головної мети земельної реформи – перетворення членів КСП на «активних господарів», власників земель та маєтків КСП. Члени сільськогосподарського підприємства навіть після розділу землі та майна залишалися фактично найманими працівниками. Крім того, незважаючи на видання вищезазначеного Указу Президента України, розподіл землі та майна відбувався повільно, часто формально. У багатьох випадках сертифікати на земельні частки (паї) членам КСП тривалий час не видавалися, а зберігалися в сейфах керівників КСП. Колективна власність на землю та майно КСП вважалася власністю самих КСП, а не їхніх членів. З прийняттям нової Конституції України 28 червня 1996 року колективна власність як окремий вид власності втратила свою легітимність, але фактичний статус КСП як суб'єкта права колективної власності на землю та майно майже не змінився [1].

У цьому контексті вжито заходів щодо поглиблення земельної реформи. Зокрема, 10 січня 1997 року у Києві відбулася Всеукраїнська нарада з питань агропромислового комплексу, яка затвердила новий стратегічний напрямок розвитку земельної реформи. Йшлося про перетворення КСП у господарські формування, які здійснюють свою діяльність на основі приватної власності на землю. Саме рекомендації наради визначили зміст третього етапу земельної реформи в Україні, який розпочався у 1997 р. У рамках реформування КСП їх членам були виділені в натурі земельні частки (паї) у формі землі, право на яку було засвідчено державними законами про право приватної власності на землю. Після проведеної у 2000 р. реорганізації КСП в агроформування (згідно з Указом Президента України «Про невідкладні заходи щодо прискорення реформування аграрного сектора економіки» від 3 грудня 1999 р.) значно прискорився процес виділення в натурі земельних часток (паїв) та отримання їх власниками державних актів на право приватної власності на землю [1].

Крім того, з прийняттям у 1992 р. нової редакції Земельного кодексу України право на отримання земельних ділянок у приватну власність одержали і громадяни, яким земельні ділянки були надані у користування для: ведення особистого підсобного господарства; будівництва та обслуговування житлового будинку і господарських будівель (присадибна ділянка); садівництва; дачного і гаражного будівництва. Громадяни України, які не мали землі, могли набути землю у приватну власність за рахунок вільних земель (земель запасу або не наданих у власність та постійне користування в межах н.п.). Водночас закон регулював обсяги приватизації землі громадянами.

Прийняття 25 жовтня 2001 р. Земельного кодексу України в новій редакції поклало початок новому етапу земельної реформи. 2000 роки ознаменувався створенням нормативно-правової бази земельного законодавства України, яка діє і досі. Прийняті закони: Закон України «Про землеустрій» від 22.05.2003 року, Закон України «Про охорону земель» від 19.06.2003 року, Закон України «Про державний земельний кадастр» від 07.07.2011 року, Закон України «Про оцінку земель» від 11.12.2003 року та ряд інших законів. Ці закони створили сучасну структуру земельних відносин в Україні [3].

Періодично також ухвалювалися мораторії на окремі законодавчі заходи у сфері земельних відносин в Україні. У березні 1991 року набув чинності перший земельний кодекс України. Тоді умовою ухвалення кодексу з приватною власністю на землю була вимога щодо запровадження мораторію на відчудження земельних ділянок строком на 6 років. Це було реалізовано в новій редакції ЗКУ в березні 1992 р., зокрема ст. 17 передбачала, що власники земельних ділянок, наданих їм Радою народних депутатів, не мають права протягом шести років з моменту набуття права власності продавати або іншим способом відчужувати належну їм земельну ділянку, крім передачі її у спадщину або Раді народних депутатів на тих же умовах, на яких вона була їм передана. За наявності поважних причин на вимогу власника суд може скоротити зазначений строк [4].

Пізніше, у 1990-х роках, в Україні відбулася аграрна реформа шляхом розпаювання землі колишніх радгоспів/колгоспів працівникам і пенсіонерам цих підприємств [4].

Прийнятий 18 січня 2001 року Закон України «Про угоди щодо відчуження земельної частки (паю)» встановлював, що до врегулювання порядку здійснення згідно Земельного кодексу України громадянами і юридичними особами права на земельні частки (паї) власники земельних часток (паїв) не можуть тимчасово укладати договори купівлі-продажу, дарувати земельну частку (пай) або відчужувати такі частки (паї) - за винятком їх успадкування та придбання земельних ділянок для державних і громадських потреб [4].

Проте Земельний кодекс України, прийнятий 25 жовтня 2001 року, не лише визначив строк дії такої заборони відчуження до 1 січня 2005 року, а й поширив її на земельні частки (паї) та земельні ділянки селян (сільськогосподарського призначення) сільське господарство та інше ринкове сільськогосподарське виробництво незалежно від форм власності. Це отримало назву «мораторій на купівлю-продаж земель сільськогосподарського призначення» [4].

31 березня 2020 року Верховна Рада України ухвалила Закон № 552-IX «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо передачі земель сільськогосподарського призначення», яким скасувала мораторій на продаж земель сільськогосподарського призначення [4].

Слід також зазначити, що величезні зміни в інформаційному забезпеченні структури земельних відносин в Україні відбулися 17 жовтня 2012 року у зв'язку з набранням чинності Закону України «Про Державний земельний кадастр» та затвердженням «Порядку ведення Державного земельного кадастру» за № 1051. Державна реєстрація земельних ділянок є частиною автоматизованої системи державного земельного кадастру і є необхідним елементом для виникнення суб'єктивного права на землю. [5] Отже запроваджується дуальна (подвійна) система реєстрації при якій окремо реєструється об'єкт права та саме право. Стаття 125 Земельного кодексу України говорить нам, що право на землю виникає з моменту державної реєстрації цих прав, а стаття 126 ЗКУ вказує, що право оформлюється відповідно до Закону України "Про державну реєстрацію речових прав на нерухоме майно та їх обтяжень" [10].

[Ведення Державного земельного кадастру здійснює Держгеокадастр та його територіальні органи. Функції адміністратора Державного земельного кадастру виконує визначене Держгеокадастром за погодженням з Мінагрополітики державне підприємство або державна установа, що належить до сфери управління Держгеокадастру] [8]. [Внесення відомостей до Державного земельного кадастру і надання таких відомостей здійснюється державними кадастровими реєстраторами центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин]. [9] Саме реєстратори доступ мають до всіх відомостей Державного земельного кадастру та самостійно приймають рішення про внесення відомостей або про відмову у внесенні та наданні відомостей із ДЗК. [Розподіл повноважень державних кадастрових реєстраторів Держгеокадастру та його територіальних органів здійснює Держгеокадастр. Визначення державного кадастрового реєстратора для здійснення повноважень, здійснюється в день подання заяви за допомогою програмного забезпечення Державного земельного кадастру за принципом випадковості] [8].

[Державний земельний кадастр ведеться на електронних та паперових носіях. Під час державної реєстрації земельної ділянки, внесення до Державного земельного кадастру відомостей (змін до них) про зареєстровані земельні ділянки відкривається Поземельна книга. Вона відкривається в електронній (цифровій) формі шляхом її формування за допомогою програмного забезпечення Державного земельного кадастру з використанням даних електронного документа та засвідчується кваліфікованим електронним підписом Державного кадастрового реєстратора. Дата відкриття Поземельної книги є датою державної реєстрації земельної ділянки, а номером Поземельної книги є кадастровий номер земельної ділянки. До Поземельної книги в електронній (цифровій) формі додаються електронні копії документів, що є підставою для внесення відомостей до неї, а Поземельна книга в паперовій формі відкривається шляхом роздрукування за допомогою програмного забезпечення Державного земельного кадастру відповідної Поземельної книги в електронній (цифровій) формі. Кожний аркуш Поземельної книги в паперовій формі засвідчується підписом Державного кадастрового реєстратора та скріплюється його печаткою. До Поземельної книги в паперовій формі додаються всі документи, що є підставою для внесення відомостей до неї. Поземельна книга відкривається одноразово в електронній і паперовій формі та ведеться постійно і безперервно. У разі внесення відомостей (змін до них) про зареєстровану земельну ділянку такі відомості вносяться до Поземельної книги: - в паперовій формі - Державним кадастровим реєстратором за місцем розташування земельної ділянки; - в електронній формі - Державним кадастровим реєстратором, обраним за допомогою програмного забезпечення Державного земельного кадастру за принципом випадковості. Внесення відомостей (змін до них) до Державного земельного кадастру здійснюється за заявою розробника документації із землеустрою та оцінки земель від імені замовника, якщо інше не передбачено договором на виконання відповідних робіт, або власника (користувача) земельної ділянки. Заява разом з документацією із землеустрою або технічною документацією оцінки земель в електронній формі, електронним документом та іншими документами, а у визначених законодавством випадках виключно заява надсилається в електронній формі технічними засобами електронних комунікацій з використанням електронного підпису, що базується на кваліфікованому сертифікаті електронного підпису, чи іншого альтернативного засобу електронної ідентифікації особи з використанням Єдиного державного вебпорталу електронних послуг, у тому числі через веб-сторінку Держгеокадастру. Державний кадастровий реєстратор з дня прийняття заяви у строк, що не перевищує 14 робочих днів вносить відомості до Державного земельного кадастру. У разі відповідності поданих документів, та електронного

документа вимогам та нормам Державний кадастровий реєстратор за допомогою програмного забезпечення Державного земельного кадастру вносить електронний документ та відомості, які він містить, до Державного земельного кадастру; - накладає на документацію із землеустрою, технічну документацію з оцінки земель, яка подана заявником в електронній формі, кваліфікований електронний підпис; - присвоює за допомогою програмного забезпечення Державного земельного кадастру земельній ділянці, що реєструється, кадастровий номер та відкриває Поземельну книгу; - виготовляє витяг з Державного земельного кадастру для підтвердження внесення відповідних відомостей до Державного земельного кадастру, який надсилає заявникові в електронній формі з накладеним кваліфікованим електронним підписом технічними засобами електронних комунікацій на вказану у заяві про внесення відомостей на адресу електронної пошти або з використанням Єдиного державного вебпорталу електронних послуг, у тому числі через веб-сторінку Держгеокадастру та за бажанням заявника передає у паперовій формі зазначеному у заяві про внесення відомостей (змін до них) центру надання адміністративних послуг; - оприлюднює інформацію про внесення відомостей до Державного земельного кадастру та відповідні відомості про об'єкти Державного земельного кадастру. Витяг з Державного земельного кадастру, який надається для підтвердження внесення до Державного земельного кадастру відповідних відомостей, є підставою для передачі відповідної документації на затвердження органу державної влади або органу місцевого самоврядування (у разі, коли згідно із законом така документація підлягає затвердженню даним органом). Отже, Державна реєстрація земельної ділянки здійснюється під час її формування за результатами складення документації із землеустрою після її погодження у встановленому порядку та до прийняття рішення про її затвердження органом державної влади або органом місцевого самоврядування (у разі, коли згідно із законом така документація підлягає затвердженню таким органом) шляхом відкриття Поземельної книги на таку земельну ділянку. Далі відомості про реєстрацію, з моменту їх внесення до Державного земельного кадастру, підлягають оприлюдненню на офіційному веб-сайті центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин, а саме: картографічна основа, індексні кадастрові карти (плани) та всі відомості Державного земельного кадастру в тому числі у векторному вигляді, без права їх зміни (редагування). Технологічні та програмні засоби, необхідні для оприлюднення відомостей Державного земельного кадастру, забезпечують юридичним та фізичним особам можливість анонімного перегляду, копіювання та роздрукування інформації, що надається безоплатно, на основі поширених веб-оглядачів та редакторів, без необхідності застосування спеціально створених

для цього технологічних та програмних засобів, цілодобово, без обмежень.] [8] Іншими словами, громадяни отримали відкритий доступ до земельного кадастру, що дозволило їм в режимі онлайн перевіряти інформацію про земельні ділянки, зареєстровані на публічній кадастровій карті України.

Вже у 2015 році було оприлюднено інформацію про власників таких земельних ділянок, а також запроваджено електронну послугу «Замовлення витягу з Державного земельного кадастру» [6].

Після оновлення інтерфейсу та дизайну порталу було презентовано оновлену версію Публічної кадастрової карти, яка запрацювала в тестовому режимі в серпні 2019 року, адаптовану для мобільних пристроїв [6].

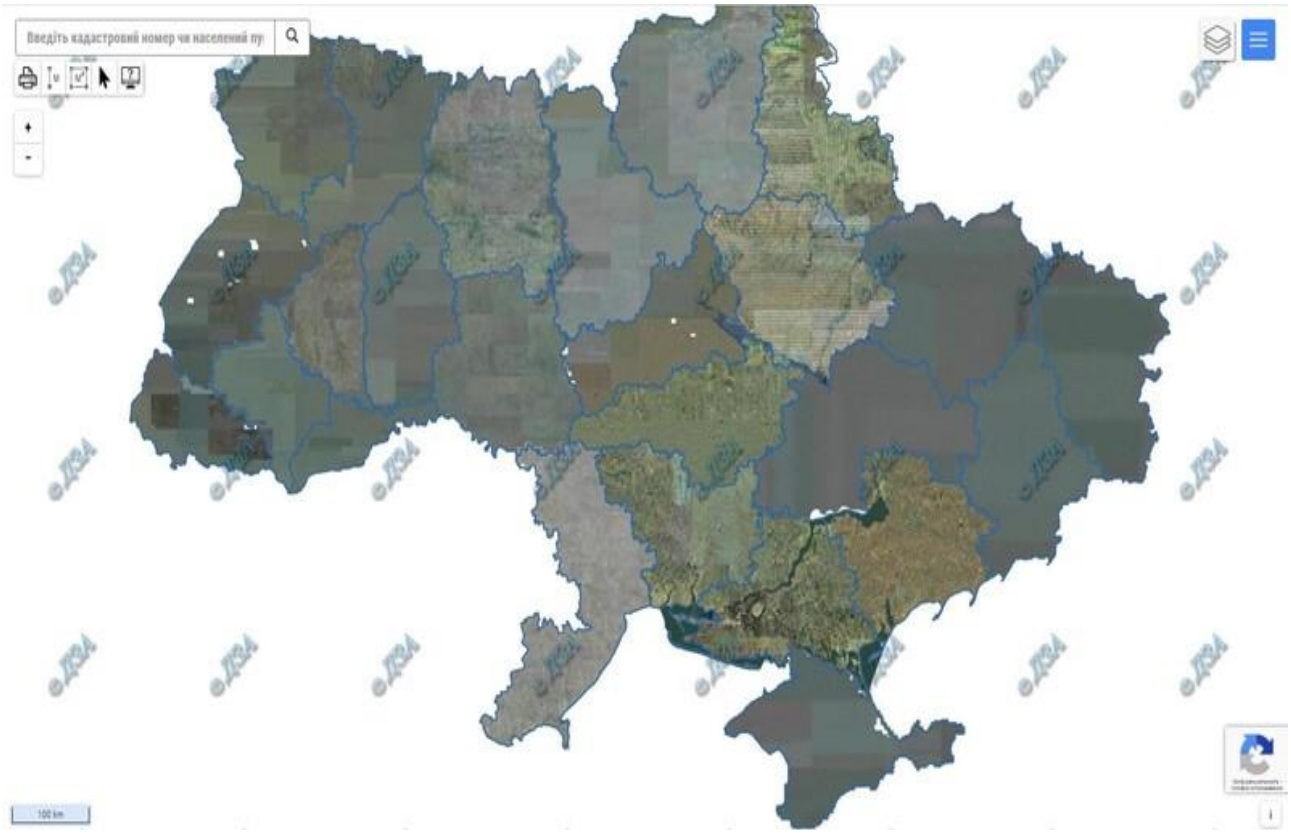


Рис. 1 до повномасштабного вторгення [6]

До 24 лютого 2022 року постійно працював функціонал та здійснювалось наповнювання інформаційного порталу, розширювались та вдосконалювались розділи, додавалися нові кадастрові шари, існувала можливість отримати адміністративні послуги в т. ч. і витяги із ДЗК, онлайн, в дистанційному режимі, уникаючи довгих черг та складних процедур їх отримання [6]. Після повномасштабного вторгнення росії на територію України діяльність кадастрів на певний час було призупинено. Головною причиною стала та інформація, яку можна було отримати, розпізнати та побачити на Публічній кадастровій карті. Станом на даний час на порталі https://opendatabot.ua/l (Публічна кадастрова карта) (рис. № 2)

знову з’явилась можливість в дистанційному режимі отримати адміністративні послуги.

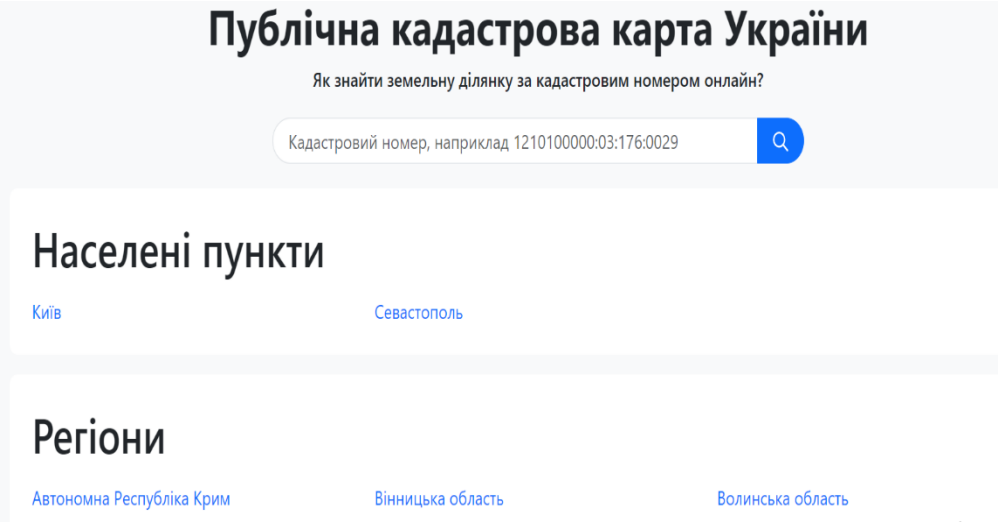


Рис. 2 (вигляд Публічної кадастрової карти в мережі INTERNET після повномасштабного вторгнення)

Висновки. Треба відзначити, що у формуванні структури земельних відносин Україна пішла шляхом провідних європейських країн, адже саме орендне землекористуванні та орендний тип відносин у володінні та розпорядженні земельними ресурсами є домінуючим типом ринкових відносин на території нашої країни. Закон України «Про оренду землі» від 06.10.1998 регулює та регламентує питання орендного землекористування на території нашої країни. Загалом Земельна реформа в Україні призвела до появи провідного земельного законодавства, виникнення нових форм власності на землю, нових майнових відносин та запровадженню провідних технологій в управлінні земельними ресурсами.

References

1. Privatization of land in Ukraine: historical aspect: https://buklib.net/books/35464/.
2. Land reform: https://uk.wikipedia.org/wiki.
3. Land Code of Ukraine: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14
4. Moratorium on the sale of agricultural land: https://wiki.legalaid.gov.ua/
5. Baik Oksana Ivanivna, Bobko Ulyana Petrivna, Dolynska Maria Stepanivna, Dutko Alona Oleksandrivna, Pavlyuk Nataliya Mykhailivna (2020) Land law study guide Lviv : Educational and Scientific Institute of Law, Psychology and Innovative Education of the National University "Lviv Polytechnic", 2020. 326 c.
6. Legal regulation and history of improvement of the public cadastral map https://jurliga.ligazakon.net/analitycs/206479_pravove-regulyuvannya-ta-storya-udoskonalennya-publchno-kadastrovo-karti.
7. Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine of December 26, 1992. No. 15-92

8. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On Approval of the Procedure for Maintaining the State Land Cadastre" dated October 17, 2012. No. 1051, https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1051-2012-%D0%BF#n1787

9. Law of Ukraine "On the State Land Cadastre" (July 7, 2011 No. 3613-VI), https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3613-17#Text;

10. Land Code of Ukraine dated October 25, 2001 No. 2768-III https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text

V. O. Yevstafiev[1], L. A. Bernatska[2]

[1,2]Malinsk Vocational College, p. Gamarnya, Zhytomyr Region, Ukraine

LAND REFORM AND THE ROLE OF PRIVATIZATION IN SOCIO-ECONOMIC RELATIONS OF UKRAINE

The historical, legal and social content of the formation of land relations in Ukraine at the end of the 20th and the beginning of the 21st century is revealed. The main historical factors that made it possible to form the prerequisites for the creation of a modern legal framework of land legislation of Ukraine are analyzed. The stages of land reform in Ukraine have been established. The events that led to the formation of the modern legal framework of Ukrainian land legislation are analyzed. It has been proven that the agrarian reform in the field of agriculture formed new economic relations, a new type of society with a market economy on the territory of Ukraine and the entire former Soviet Union. The agrarian reform in Ukraine is a new milestone in the historical and cultural aspect, in terms of educational, scientific, social, historical and economic importance in the chronology of the development of the Ukrainian state. Attention is focused on the legislative changes that took place in the legislation of Ukraine in the period from 1992 to 2001. Aspects of the preparation of the legislative and regulatory framework that led to the privatization of land shares and other lands that were owned by the state at that time are disclosed. The main stages of the formation of the institution of private ownership of land and the emergence of other forms of ownership are highlighted. The main issues related to the introduction of moratoriums on certain legislative measures in the field of land relations in Ukraine are outlined.

Key words: *Land reform, privatization, property, Land Code of Ukraine, agricultural land, agricultural land, state land cadastre, state registration of land plots, automated system of state land cadastre.*

УДК 910.2-047.36:630*22/*23:621.396.96(477.46)

Л. Ю. Кочеригін[1], І. В. Кімейчук[1]
Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ ЗМІН ВКРИТИХ ЛІСОВОЮ РОСЛИННІСТЮ ЛІСОВИХ ДІЛЯНОК ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА РАДАРНИМИ ДАНИМИ

Мета цієї статті полягає в проведенні геоінформаційного моніторингу змін вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок Черкаської області за допомогою радарних даних. Конкретні цілі дослідження включають: здійснення аналізу динаміки змін у лісовому покриві Черкаської області протягом певного періоду часу з використанням даних, отриманих із супутникових радарів. Визначення зон та ділянок з найвищими темпами втрати лісового покриву, що дозволить ідентифікувати основні зони дефорестації. Вивчення можливостей використання радарних даних для виявлення змін у лісовому біомі і оцінки їх впливу на біорізноманіття і екосистемні послуги. Порівняння результатів цього дослідження з попередніми даними про лісовий покрив та зміни в ньому на території Черкащини, щоб визначити тренди та виявити можливі проблеми в управлінні лісовими ресурсами. Розгляд можливостей використання цих даних для розробки дієвих заходів з охорони лісів та сталих лісогосподарських практик у Черкаській області. Ця стаття спрямована на сприяння сталому лісовому управлінню та допомогу в збереженні цінних екосистем лісів Черкащини через застосування сучасних геоінформаційних методів та аналізу радарних даних. Визначено основні можливі дії та заходи, які можна вжити у рамках моніторингу змін вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок регіону дослідження за радарними даними, а саме: збір радарних даних та їх обробка є основним етапом у проведенні моніторингу. За допомогою sentinel-1, для отримання інформації про лісовий покрив та зміни в ньому. Також здійснено аналіз та інтерпретація даних із використанням різноманітних методів обробки, включаючи обробку сигналів, класифікацію та моделювання. На останньому етапі моніторингу вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок здійснено картографування зон дефорестації з метою ідентифікації та картографувати зони, де відбуваються зміни в лісовому покриві, особливо дефорестація. Ця інформація може бути корисною для здійснення заходів з охорони лісів. Також здійснено моніторинг біорізноманіття та екосистемних послуг, тобто оцінка впливу змін в лісовому біомі на біорізноманіття та надані екосистемні послуги, такі як регулювання водних ресурсів та вуглецевий обмін. Одним з головних завдань дослідження є розробка рекомендацій для впровадження конкретних дій, спрямованих на збереження лісових ресурсів та стимулювання сталого лісогосподарського управління з використанням сучасних геоінформаційних систем і засобів. Це може включати в себе впровадження механізмів

[1]**Кочергін Леонід Юрійович,** канд. пед. наук, доцент кафедри геодезії та землеустрою, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква. E-mail: leonid.kocherygin@btsau.edu.ua, https://orcid.org/0000-0002-1896-6036;

[1]**Кімейчук Іван Васильович,** асистент кафедри лісового господарства, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква. E-mail: i_kimeichuk@nubip.edu.ua, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9100-1206, ResearcherID: AEF-3953-2022, ScopusID 57234090100.

моніторингу та звітності для лісогосподарських підприємств та філій, а також розробку стратегій охорони лісів, а останнє можливе тільки при співпраці з органами влади та громадськими організаціями, а також з недержавними громадськими організаціями, які працюють у сфері лісового управління та екологічного моніторингу. Це допоможе забезпечити практичне застосування результатів дослідження.

Ключові слова: *геоінформаційний моніторинг, лісовий біом, дефорестація, супутникові дані, екологічний моніторинг, зміни в ландшафті, геоінформаційні системи.*

Вступ. Ліси відіграють надзвичайно важливу роль у збереженні біорізноманіття, регулюванні клімату, забезпеченні природних ресурсів та наданні ключових екосистемних послуг. Проте, лісові екосистеми по всьому світу стикаються з серйозними викликами, такими як дефорестація, зміни використання землі, та зміни клімату. В умовах зростаючого тиску на лісові ресурси важливо вдосконалити методи моніторингу та управління лісами, щоб забезпечити їх сталість та важливість для збереження природного середовища та підтримки життя на Землі (Change detection).

Геоінформаційний моніторинг змін вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок стає все більш актуальним та ефективним інструментом для дослідження та захисту лісів. Черкаська область, розташована в центральній частині України, має значну площу лісів, які відіграють важливу роль у збереженні біорізноманіття та екологічному балансі регіону. Однак, ці ліси також піддаються впливу різних антропогенних та природних факторів, що може призвести до змін у їхньому стані та розподілі.

У цьому контексті, використання радарних даних та геоінформаційних методів надає можливість ефективного моніторингу змін у лісовому покриві та оцінки їхнього впливу на природне середовище. Радари на супутниках дозволяють отримувати інформацію про структуру та властивості лісів незалежно від погодних умов та пори доби, що робить їх цінним інструментом для моніторингу. Такий підхід дозволяє не лише виявляти зміни, але й розуміти їхні причини та можливі наслідки для довкілля та суспільства (Canty, 2019).

У даній статті ми розглянемо можливості та перспективи геоінформаційного моніторингу змін вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок Черкаської області з використанням радарних даних. Ми також розглянемо ключові аспекти цього дослідження та можливість використання його результатів для покращення управління лісовими ресурсами та збереження екосистем області.

Переконливим свідченням ефективності використання космічних знімків для практичних і наукових цілей є постійне розширення спектра задач, які вирішуються завдяки результатам обробки космічних знімків. Ефективність застосування даних ДЗЗ залежить від точності дешифрування та достовірності

інтерпретації отриманих результатів. Сучасні дані ДЗЗ володіють необхідними технічними характеристиками, що дозволяють вирішувати широкий спектр завдань, космічного моніторингу лісових екосистем (Lakyda, 2008; Myklush, Chaskovskyi, Havryliuk, 2013; Chang, Z., Hobeichi, S., Wang, Y.-P., Tang, X., Abramowitz, G., Chen, Y., et al., 2021).

Наявність актуальних і точних даних про стан лісів є необхідною передумовою для ефективного управління та збереження лісового біорізноманіття. Значну роль у вирішенні багатьох питань інформаційної підтримки у сфері збереження, відтворення та посилення ролі лісових екосистем відіграють дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Вони дозволяють оперативно отримувати об'єктивну інформацію про стан та динаміку лісового покриву, оцінювати біофізичні параметри лісових екосистем, визначати лісівничі та таксаційні показники лісових насаджень, виявляти і попереджати ризики від втрати лісами своїх функцій. Завдяки цьому значення технологій спостереження за станом земного покриву з космосу в сучасних умовах постійно зростає (Le Toan, et al, 2011; Saatchi, 2011; Khati, et al., 2020; Kraatz, S., et al., 2022).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Передумови використання даних ДЗЗ визначаються, виходячи зі специфіки вирішуваних задач. Так, використання різночасових знімків дозволяє відслідковувати динаміку змін рослинного покриву та виявити площі, де зникли лісові масиви або відбулося лісовідновлення, а також багато інших задач. Основними параметрами даних космічної зйомки, які є принципово важливими для отримання якісного результату, вважаються просторове і спектральне розрізнення, ширина полоси сканування, періодичність зйомки (Vorster, et al., 2020).

Наявні підходи стосовно дешифрування даних ДЗЗ дозволяють поєднувати спектральну інформацію космічних знімків із додатковими наборами геопросторових даних, такими як цифрові моделі рельєфу (ЦМР), глобальні карти земного покриву, лісовпорядні картографічні бази даних. У більшості випадків використання супутньої інформації забезпечує високу точність і достовірність кінцевого результату (Lesiv, 2012; Chen, Laurin, & Valentini, 2015; Congalton, 2015).

Мета дослідження полягає в покращенні збереження лісових ресурсів, визначенні факторів, які спричиняють зміни в лісовому покриві, і виявленні способів їхнього попередження чи компенсації. Також, дослідження спрямоване на зрозуміння важливості лісів для екосистем та суспільства в цілому і на розвиток ефективних стратегій збереження цих природних ресурсів.

Об'єкт дослідження є вкриті лісовою рослинністю землі в межах Черкаської області, які розташовані в центральній частині України. Основним

об'єктом є ліси, які включають в себе різноманітні типи лісів, від лісів хвойних та листяних деревних видів до різноманітних рідкісних і ендемічних видів рослин та тварин.

Дослідження спрямоване на аналіз змін, які відбуваються в лісовому покриві регіону дослідження з часом через використання сучасних геоінформаційних систем за радарними даними РСА місії Sentinel-1. Це можуть бути зміни, пов’язані з дефорестацією, змінами в розподілі лісів, відновленням природних лісових екосистем тощо. Також об'єктом дослідження є екосистеми та біорізноманіття, які залежать від лісового покриву, а також екосистемні послуги, які ліси надають суспільству.

Важливим аспектом об'єкта дослідження є Черкаська область як конкретна територія, яка піддавалася впливу різних антропогенних та природних факторів. Аналіз лісового покриву та його змін на цій території надає можливість розуміти вплив цих факторів на природне середовище та суспільство в даному регіоні.

Матеріали і методи досліджень. Матеріали. Радарні дані: Використання радарних даних від супутників, таких як Sentinel-1, є ключовим елементом дослідження. Ці дані надають інформацію про властивості лісового покриву, такі як висота дерев, щільність та структура рослинності.

Геопросторові дані. Географічні інформаційні системи (ГІС) надають можливість обробки та аналізу геопросторових даних, включаючи картографічні дані, цифрові моделі рельєфу, координати досліджуваних лісових ділянок та інші геодані (QGIS).

Попередні дані та джерела інформації. Попередні дані про лісовий покрив, зміни в ньому та інші структурні дані про довкілля можуть бути використані для порівняння з результатами моніторингу.

Методи. Обробка та аналіз радарних даних. Радарні дані піддаються обробці, включаючи калібрування та фільтрацію. Далі проводиться аналіз сигналів, що дозволяє визначити властивості лісового покриву та зміни в ньому.

Класифікація і сегментація: Застосування алгоритмів класифікації даних радару для ідентифікації різних типів лісового покриву та зон дефорестації. Сегментація зображень може використовуватися для виділення окремих об'єктів та зон в інтересуючих ділянках.

Геостатистичний аналіз. Геостатистичні методи можуть включати аналіз просторової автокореляції та інші методи для вивчення розподілу змін у лісовому покриві.

Моделювання та прогнозування. Моделювання може використовувати статистичні та геоінформаційні методи для прогнозування можливих змін у лісовому покриві на основі історичних даних та актуальних трендів.

Геоінформаційний аналіз. Геоінформаційні системи використовуються для картографування результатів та візуалізації даних, створення тематичних карт та аналізу просторових зв'язків (Filipponi, 2019; Flannigan, Stocks, Turetsky, & Wotton, 2009; Fore, Chapman, et al., 2015; James, 2013).

Методологічну основу проведених досліджень склали сучасні методи дешифрування супутникових знімків. Під час збору інформації використано методи випадкової стратифікованої вибірки та візуальне дешифрування вибіркових одиниць за знімками надвисокого просторового розрізнення. Під час цифрової обробки супутникових знімків використовувалися алгоритми машинного навчання, зокрема SAR Sentinel-1 та Earth Engine (Sentinel-1).

Результати дослідження та обговорення. Попереднє оброблення даних системою Sentinel-1. Для виконання геоінформаційного моніторингу змін вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок Черкаської області було використано дані SAR Sentinel-1. Ці дані доступні для завантаження на сайті ESA (Small & Schubert, 2008), проте, оскільки досліджувана територія не покривається однією сценою, то в такому випадку необхідно завантажувати та обробляти декілька сцен. Щоб не обробляти окремі сцени, обробку даних SAR Sentinel-1 було виконано за допомогою платформи «хмарних» обчислень GEE (рис. 1).

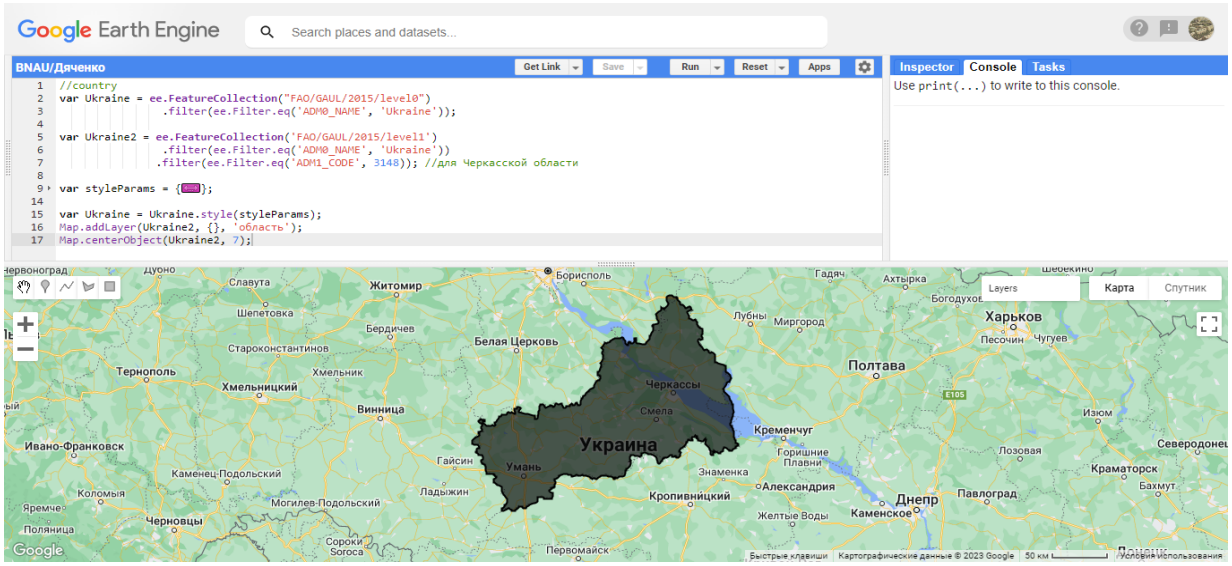


Рис. 1. Робота в Google Earth Engine

Earth Engine – це платформа для наукового аналізу та візуалізації наборів геопросторових даних для академічних, некомерційних, ділових та державних користувачів. Earth Engine розміщує супутникові зображення і зберігає їх у загальнодоступному архіві даних, який включає історичні зображення Землі, отримані більш ніж за сорок років. Зображення, що отримуються щодня, потім стають доступними для інтелектуального аналізу даних у глобальному масштабі

(Google Earth Engine).

Алгоритми виявлення змін вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок. Повторні знімки дають змогу оцінити зміни в типі або стані поверхневих об'єктів. Це один з найважливіших видів аналізу в дистанційному зондуванні, який зазвичай називають виявленням змін. Багато з цих аналізів використовують зображення, отримані в два моменти часу, відомі як бітемпоральне виявлення змін, що є основною темою цього розділу. Однак дедалі частіше більш доступні часові ряди зображень надають можливість виявлення різночасових змін (Breiman, 2001; Holtzman, et al., (2021).

Порівняння зображень після класифікації кожного з них називається виявленням змін після класифікації, яке полягає лише в порівнянні для певного місця присвоєного класу на одній карті з присвоєним класом на іншій карті. Незважаючи на те, що ця операція є простим растровим ГІС-аналізом, вона часто не є першим вибором більшості аналітиків. Це пов'язано з тим, що точність результату, як правило, низька, оскільки він включає будь-які помилки, присутні у вихідних класифікаціях апроксимується як добуток загальної точності окремих класифікацій.

Частково через низьку точність виявлення змін після класифікації, аналіз спектральних змін між двома (або більше) датами, який називається виявленням спектральних змін, часто надають перевагу для аналізу традиційних оптичних зображень (а не лідарних чи радарних даних). Незалежно від того, чи є одиницею аналізу піксель, околиця, різночасовий сегмент або навіть (рідко) спектральний клас, дуже важливо дотримуватися етапів підготовки зображення, які мінімізують сигнал від варіацій, що можуть бути сплутані з сигналом виявлення змін, який нас цікавить. В ідеалі це означає, що зображення, які порівнюються, є такими (Schmitt, et al., 2008; Shao & Zhang, 2016; Sinha, et al., 2015; Sun, G., et al., 2011; Treuhaft, 2004):

1. Отримані з одних і тих самих або добре відкаліброваних датчиків, в один і той самий час доби, з однаковим миттєвим полем зору та кутом огляду.

2. Для міжрічного аналізу – дані, отримані протягом одного сезону, щоб мінімізувати розбіжності через фенологічні зміни.

3. Добре сумісно зареєстровані, бажано з точністю до двох десятих пікселя або менше.

4. Без хмар в зоні аналізу.

5. З поправкою на відбиття від верхніх шарів атмосфери або (краще) від поверхні (нижніх шарів атмосфери).

6. Вільні від інших умов, які не вважаються частиною сигналу, що становить інтерес. Прикладами останнього пункту можуть бути наявність відмінностей у вологості ґрунту при оцінці змін у наметовому покриві лісових

водно-болотних угідь або відмінності у датах збирання врожаю при оцінці змін у рослинному покриві на основі знімків, отриманих восени.

Методи виявлення спектральних змін можна класифікувати (не взаємовиключно) за такими рівнями: (1) візуальна інтерпретація, (2) алгебра зображень, (3) перетворення/зменшення даних, (4) класифікація і (5) статистичні. Описані тут категорії і методи є поширеними як у дослідженнях, так і в застосуванні дистанційного зондування, але вони в жодному разі не є вичерпними (Whitman, et al., 2018).

Візуальна інтерпретація. Порівняння зображень двох дат – це завжди перше, з чого слід починати, і його легко виконати за допомогою однієї з трьох базових методик. У першому випадку , відомому як компонування різночасових кольорових зображень, два відповідні радіометрично відкалібровані та спільно зареєстровані зображення спочатку компонуються (коли всі смуги від обох дат складаються в одне зображення), а потім для відображення вибираються смуги від різних дат, щоб підкреслити зміну інтервалу між ними. У другому методі зображення не складаються, а відображаються з одним одне на одне. Для візуалізації змін можна використовувати інструменти, доступні в більшості пакетів обробки зображень, зокрема, проводити пальцем по одному зображенню і переходити від одного зображення до іншого. Третій метод полягає в тому, щоб просто переглядати спільно зареєстровані і геоприв’язані зображення поруч, використовуючи типові інструменти панорамування, масштабування і наведення курсору для цільового аналізу (Wicks, et al., 2018).

Однією з основних цілей візуальної інтерпретації часто є допомога у виборі найкращих методів виявлення змін відповідно до цілей аналізу. У деяких випадках, однак, це може бути механізмом, за допомогою якого проводиться аналіз. В останньому випадку часто використовують попереднє оцифрування для виявлення та класифікації змін між зображеннями. У деяких випадках проводиться інтерпретація вибірки точок. Однак у будь-якому випадку аналітик може використовувати елементи інтерпретації зображень, окрім відтінку (наприклад, текстуру, тіні, візерунок, форму, розмір і асоціації; Глава 6), у поєднанні зі знанням області застосування, що дає змогу отримати дуже точні результати (хоча це й трудомісткий і суб'єктивний процес).

Алгебра зображень. В алгебрі зображень арифметичні операції застосовуються до відповідних пікселів кожного зображення, а зображення змін формується з отриманих значень. Існує багато можливих алгебраїчних операцій, але найпоширенішими з них є диференціювання зображень, співвідношення зображень, евклідова відстань та аналіз вектора змін.

Розрізнення знімків, особливо з використанням індексів рослинності, є одним з найпоширеніших (і найефективніших) методів виявлення спектральних

змін. Він полягає у простому виділенні однієї або декількох смуг з однієї і тієї ж смуги (смуг) на одній і тій же території, отриманих у різні дати. Значення, що дорівнюють або близькі до нуля, ідентифікують пікселі, які мають подібні спектральні значення, а отже, ймовірно, не зазнали жодних змін між двома датами. Аналітик повинен вказати деяке порогове значення, часто евристично, за яким зміни вважаються такими, що відбулися. Результати дуже чутливі до обраного порогового значення, тому часто бажано використовувати об'єктивний процес для його вибору (Yu, & Saatchi, 2016).

Ще одним популярним методом виявлення змін є визначення співвідношення двох смуг, одна з яких датується однією датою знімка, а інша є смугою в тому ж діапазоні, але отримана зі знімку іншої дати. Простий числовий приклад з використанням двох знімків Landsat може проілюструвати ці два підходи (Fore, et al., 2015; James, et al., 2013; Joshi, et al., 2015; Keller, Palace & Hurtt, 2001). На першому знімку ми маємо піксель у класі ліс з цифровими номерами 100 і 24 у ближньому інфрачервоному і червоному діапазонах, відповідно. На другий день цифрові значення для цього ж пікселя (тепер у класі «місто» або «голий ґрунт») становлять 61 і 36 у ближньому інфрачервоному (NIR) і червоному діапазонах, відповідно. Подивимось на різницю зображень та співвідношення зображень для ближнього інфрачервоного діапазону. Різниця зображень буде: 100 – 61 = 39. Співвідношення зображень буде: 100 ÷ 61 = 1,64.

Тепер, що станеться, якщо ми захочемо оцінити величину змін за допомогою більш ніж одного діапазону? Одним із поширених засобів для цього є евклідова відстань. Простіше кажучи, цей розрахунок є нічим іншим, як квадратним коренем із суми квадратів відстаней. Повертаючись до попереднього прикладу, бачимо, що різниця в червоній смузі для цього пікселя становить 24-36 = -12. Отже, квадратний корінь з суми квадратів відстаней між цими двома векторами значень яскравості дорівнює:

$$D = \sqrt{(39)^2 + (-12)^2} = \sqrt{1665} = 40.8.$$

У матричній формі евклідова відстань має вигляд:

$$D = \sqrt{(x_1 - x_2)'(x_1 - x_2)}, \quad (1)$$

де x – це значення яскравості або вектор відбиття для даного пікселя, а штрих представляє транспозицію матриці. Застосувавши цю формулу до нашого прикладу, ми отримаємо:

$$D = \sqrt{(x_1 - x_2)'(x_1 - x_2)} = \sqrt{[39 - 12]\begin{bmatrix} 39 \\ -12 \end{bmatrix}} = \sqrt{(39)^2 + (-12)^2} = \sqrt{1665} = 40.8.$$

Евклідова відстань, однак, дає лише величину багатосмугової зміни. Що, якщо ми також хочемо знати напрямок зміни? У цьому випадку потрібен аналіз

вектора змін (підмножиною якого можна вважати евклідову відстань). Цю операцію найкраще вивчати графічно. Розглянемо рис. 2, на якому два пікселі, які ми досліджуємо, зображені як вектори з цифровим значенням у ближньому інфрачервоному діапазоні по осі *y* і цифровим значенням у червоному діапазоні по осі *x*.

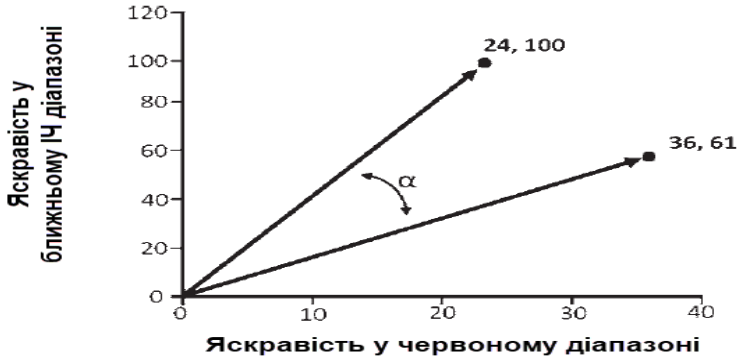


Рис. 2. Зміна векторів.

Два пікселі показані як вектори. Цифрові значення в ближньому інфрачервоному діапазоні утворюють вісь *y*, а у червоному діапазоні – вісь *x*. Кут між векторами дорівнює α

Кут між векторами дорівнює α і визначається як:

$$\alpha = \arccos\left(\frac{x_1 \cdot x_2}{\|x_1\| + \|x_2\|}\right), \tag{2}$$

де

$$x_1 \cdot x_2 = \sum_{i=1}^{n} x_{1,n} x_{2,n} = x_{1,1} x_{2,1} + x_{1,2} x_{2,2} + \ldots + x_{1,n} x_{2,n}, \tag{3}$$

який є скалярним добутком двох векторів. Для наших двох векторів скалярний добуток буде наступним:

$$x_1 \cdot x_2 = \begin{bmatrix} 100 \\ 24 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 61 \\ 36 \end{bmatrix} = 100 \cdot 61 + 24 \cdot 36 = 6100 + 864 = 6964.$$

Зазначимо, що при використанні радарних даних, які будуть використані в даній роботі, в якості каналів можуть використовуватись різні поляризації.

Іншим членом рівняння (2) є довжина вектора (також називається нормою), яка визначається як сума квадратів елементів вектора, тобто:

$$\|x\| = x_1^2 + x_2^2 + \ldots x_n^2. \tag{4}$$

Для наших двох векторів довжини виглядають наступним чином:

$$\|x_1\| = \left\| \begin{matrix} 100 \\ 24 \end{matrix} \right\| = 100^2 + 24^2 = 10000 + 576 = 10576,$$

$$\|x_2\| = \left\|\begin{matrix}61\\36\end{matrix}\right\| = 61^2 + 36^2 = 3721 + 1296 = 5017\,.$$

Зауважимо, що довжина двовимірного вектора y – це просто гіпотенуза, обчислена за відомою теоремою Піфагора. Підставивши добуток точок і довжини векторів у рівняння (2), ми можемо обчислити кут між двома векторами наступним чином:

$$\alpha = \arccos\left(\frac{x_1 \cdot x_2}{\|x_1\| + \|x_2\|}\right) = \arccos\left(\frac{6964}{10576 + 5017}\right) = \arccos(0.45) = 63.5°\,.$$

Подивимося на це з точки зору зміни території (наприклад, лісів), яку ми намагаємося виявити. Евклідова відстань між лісом і містом або голим ґрунтом становить 40.8, що дає величину вектора змін. Кут між двома векторами становить 63.5°. Подальший аналіз змін між векторами можна проводити різними способами, наприклад, шляхом встановлення порогових значень або класифікації.

Геоінформаційний аналіз змін вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок Черкащини за радарними даними. Для виконання геоінформаційного аналізу змін вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок Черкащини використаємо дані РСА місії Sentinel-1, що працює на частоті 5.405 ГГц (С діапазон). Ці дані знаходяться у відкритому доступі на сайті ESA (Small & Schubert, 2008).

Колекція Sentinel-1 містить усі сцени GRD (Ground Range Detected). Кожна сцена має одну з 3-х просторових розрізненностей (10, 25 або 40 метрів), 4 комбінації діапазонів (що відповідають поляризації сцени) і 3 режими інструменту. Загалом Sentinel-1 працює в чотирьох ексклюзивних режимах збору (рис. 3):

- Stripmap (SM) – карта смуг;
- Interferometric Wide swath (IW) – інтерферометричний режим широкої смуги;
- Extra-Wide swath (EW) – надширока смуга;
- Wave (WV) – хвиля.

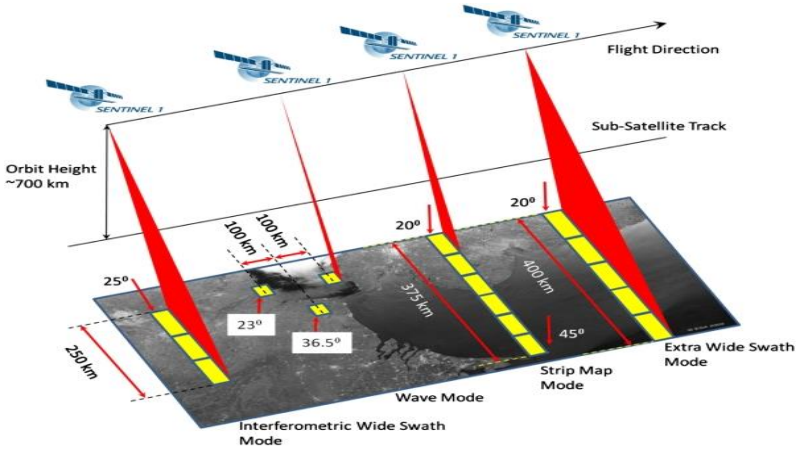


Рис. 3. Режими роботи Sentinel-1

Ми використали дані, отримані в режимі IW. Інтерферометричний режим широкої смуги (IW) є основним режимом збору даних на суші та задовольняє більшість вимог до обслуговування. Він отримує дані з діапазоном 250 км із просторовою роздільною здатністю 5 м на 20 м (одноразовий перегляд). Режим IW фіксує три підсмуги за допомогою спостереження за місцевістю з прогресивним скануванням SAR (TOPSAR). За допомогою методики TOPSAR, окрім керування променем у діапазоні, як у ScanSAR, промінь також електронно керується від задньої до передньої частини в азимутальному напрямку для кожного сплеску, уникаючи фестончастих і в результаті однорідну якість зображення по всій смузі

Прилади SAR Sentinel-1 C-діапазону підтримують роботу в одній поляризації (HH або VV) і подвійній поляризації (HH+HV або VV+VH), реалізовані через один ланцюг передачі (з можливістю перемикання на H або V) і два паралельні ланцюги прийому для H і V поляризація.

Кожна сцена також містить додаткову смугу «кутів», яка включає приблизний кут падіння від еліпсоїда в градусах у кожній точці.

Кожна сцена була попередньо оброблена за допомогою Sentinel-1 Toolbox за допомогою таких кроків:

1. Видалення теплового шуму.
2. Радіометричне калібрування.
3. Корекція рельєфу за допомогою SRTM 30 або ASTER DEM для областей, що перевищують 60 градусів широти, де SRTM недоступний (Yordanov, & Brovelli, 2021).

Остаточні значення яскравості радіолокаційного зображення, виправлені на місцевість, зазвичай виражаються в σ_0 (сигма-нуль), що є зворотним радіолокаційним розсіюванням на одиницю площі. Одиницею σ_0 є [$м^2/м^2$], виражені в децибелах (дБ) за допомогою логарифмічного масштабування. Стандартна формула для обчислення σ_0 на основі амплітуди зворотного

розсіювання така:

$$\sigma^0 = 10 \cdot \lg\left(DN^2\right) + K, \qquad (0.1)$$

де *DN* – цифрове значення пікселів зображення, виміряне в зображенні амплітуди SAR (точніше, середнє значення пікселів для групи пікселів).

Якщо дані надаються як потужність зворотного розсіювання (де $DN_{power} = [DN_{amplitude}]^2$), формула виглядає так:

$$\sigma^0 = 10 \cdot \lg\left(DN\right) + K, \qquad (0.2)$$

де *K* – коефіцієнт калібрування, який змінюється залежно від використовуваного датчика SAR і процесорної системи. Для Sentinel-1 $K = 0$.

Для території дослідження доступні сцени з поляризацією VV та VH. Ми створювали мозаїчні зображення знімків Sentinel-1 із застосуванням медіанного фільтра.

Для території Черкаської області знімки SAR Sentinel-1 доступні з 2015 р., а на момент досліджень були доступні знімки за 2022 р., тому є можливість виділити лісовкриті площі та їх зміни впродовж 2015-2022 рр. На рис. 4 показане медіанне зображення VH поляризації за 01.05-31.08.2022, а на рис. 5 – знімок Google Earth Pro за 2022 р.

Рис. 4. Мозаїка знімків Sentinel-1 VH поляризації за 01.05-31.08.2022

Рис. 5. Знімок Google Earth Pro за 2022 р.

На рис. 6 та рис. 7 показані мозаїки знімків Sentinel-1 поляризації VV та різниці поляризацій VV-VH, відповідно, за 01.05-31.08.2022. Бачимо, що на наведених мозаїчних РСА зображеннях ліси виділяються по-різному.

При поляризації VH лісовкриті площі показані світлими відтінками ($\sigma^0 \approx$ -15) і суттєво контрастують із оточуючими елементами ландшафтів.

При поляризації VV лісовкриті площі виділяються досить складно, оскільки слабо контрастують із оточуючими об’єктами ($\sigma^0 \approx$ -9).

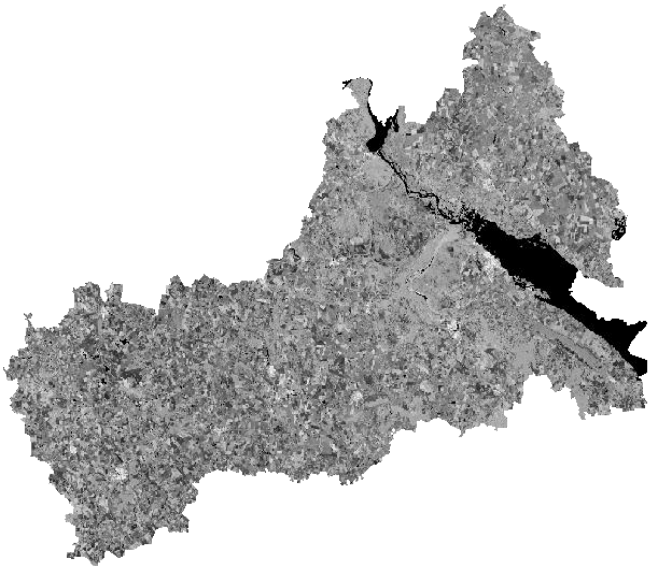


Рис. 6. Мозаїка знімків Sentinel-1 VV поляризації за 01.05-31.08.2022

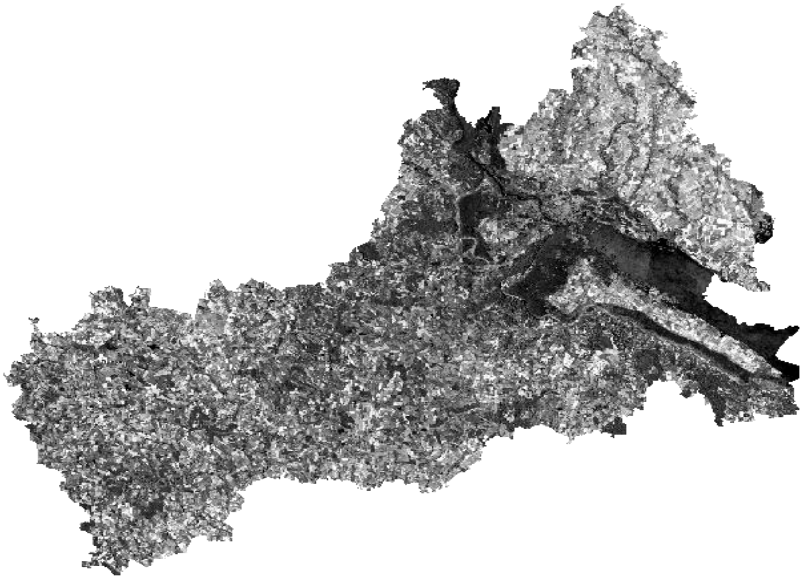


Рис. 7. Мозаїка знімків Sentinel-1 різниці поляризацій VV-VH за 01.05-31.08.2022

При різниці поляризацій VV-VH лісовкриті площі мають темний колір і високий контраст із оточуючими об’єктами ($\sigma^0 \approx 5.5$).

Отримаємо композитне зображення з наведених зображень різних поляризацій. Подальшу обробку виконуватимемо в програмному забезпеченні ArcGIS. Для цього відкриваємо ArcToolbox та вибираємо: Data Management toolbox → Raster toolset → Raster Processing toolset → Composite Bands. Результат роботи інструменту показано на рис. 8. Аналогічні зображення були побудовані для 2015-2022 рр.

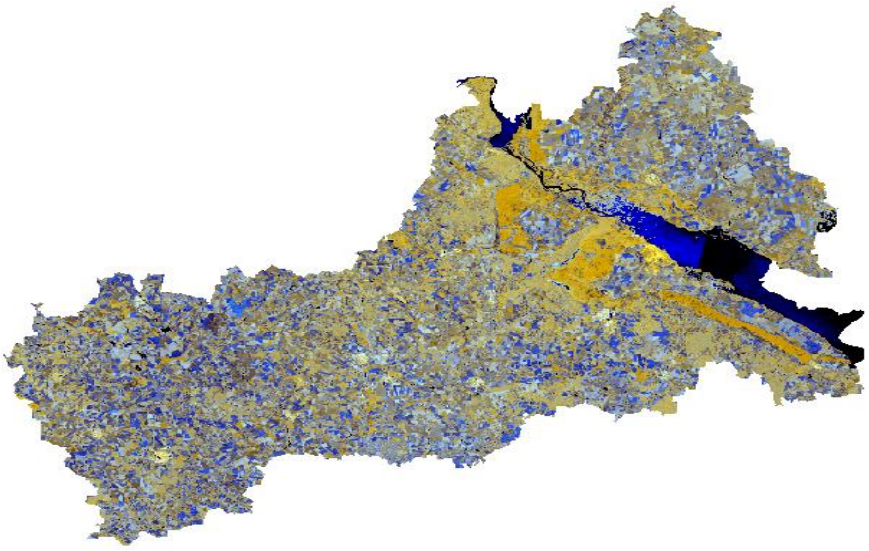


Рис. 8. Композитне SAR зображення за 01.05-31.08.2022 (R:G:B = VH:VV:VV-VH)

Надалі було виконано неконтрольовану класифікацію методом ISODATA композитних зображень SAR за 2015-2022 рр. Результати класифікації знімка за 01.05-31.08.2022 показано на рис. 9. Клас 7 відповідає вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок площам. Далі було виконано перекласифікацію класифікованого зображення на бінарне: у результаті початкові класи 1-6 стали класом 0, а клас 7 – класом 1. Аналогічно було оброблено зображення за 2015-2021 рр.

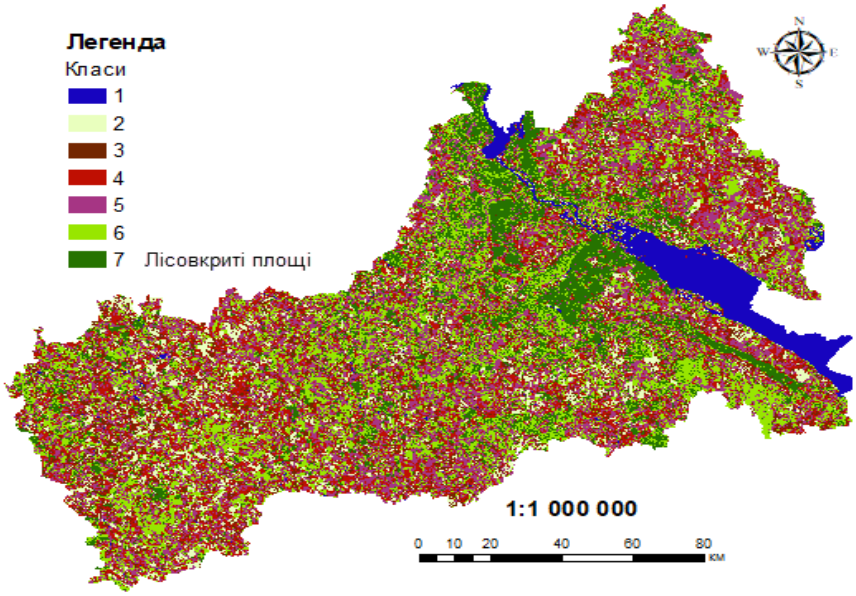


Рис. 9. Класифіковане SAR зображення за 01.05-31.08.2022 р.

Після цього було сформовано тематичну карту лісовкритих площ Черкаської області за 2022 р., показану на рис. 10.

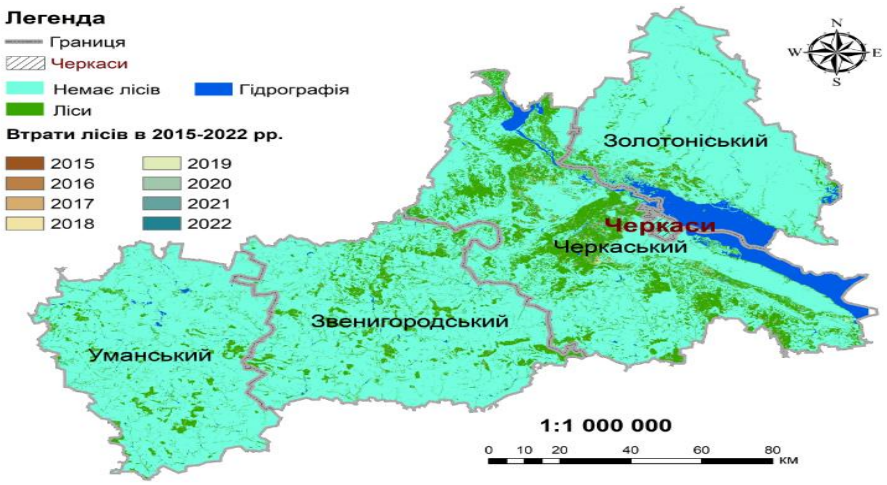


Рис. 10. Тематична карта вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок Черкаської області за 2015-2022 рр.

За даними рис. 10 і використовуючи просторові полігональні об'єкти районів Черкаської області також було побудовано тематичні карти лісовкритих площ по окремим районам Черкаської області за 2015-2022 рр. Також було обчислено площі лісів по окремим районам Черкаської області та втрати лісів за 2015-2022 рр. Результати обчислень наведено в

таблиця *1*.

Таблиця 1

Лісистість Черкаської області та зміна лісистості станом протягом 2015-2022 рр.

Роки	**Райони Черкаської області**				**Σ**
	Звенигородський	**Золотоніський**	**Уманський**	**Черкаський**	
	Площа районів, га				
	527346	424608	452843	695971,96	
	Площа лісів у 2022 р., га				
	69479,8984	26337,9004	38302,8008	187423,0000	**321543,5996**
Втрати лісу, га					
2015	211,3020	105,4450	82,3841	1120,0100	**1519,1411**
2016	347,8320	193,5860	148,9350	1541,0900	**2231,443**
2017	495,6730	230,1760	215,8200	1438,6600	**2380,329**
2018	491,6860	275,5540	232,0830	3045,2100	**4044,533**
2019	308,5820	123,0880	92,1284	871,4190	**1395,2174**
2020	334,4330	109,9290	124,5610	1017,5100	**1586,433**
2021	451,7760	321,0790	124,5100	3369,8301	**4267,1951**
2022	359,5780	54,8792	99,0883	878,1740	**1391,7195**
Σ	**3000,862**	**1413,7362**	**1119,5098**	**13281,9031**	**18816,0111**

Із

таблиця 1 бачимо, що втрати лісового покриву по Звенигородському, Золотоніському, Уманському та Черкаському районах впродовж 2015-2022 рр.

склали 4,14 %, 5,09 %, 2,84 % та 6,62 %, відповідно. У відношенні до площі району втрати лісового покриву склали 0,57 %, 0,33 %, 0,25 % і 1,91 %, відповідно. Залісненість на 2022 р. по районах склала: 13,18 %, 6,20 %, 8,46 % та 26,93 %, відповідно. Залісненість області склала 15,31 %.

Висновки. Дослідження геоінформаційного моніторингу змін вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок Черкаської області за допомогою радарних даних виявилося важливим кроком у розумінні динаміки та впливу змін у лісовому покриві на природне середовище та суспільство в цьому регіоні.

Використання радарних даних виявилося ефективним інструментом для отримання інформації про лісовий покрив незалежно від погодних умов та пори доби. Ці дані надають можливість аналізувати властивості лісової рослинності, щільність та структуру лісів.

Дослідження показало, що зміни в лісовому покриві мають великий вплив на біорізноманіття та надані екосистемні послуги. Втрати лісових ресурсів можуть призвести до змін у розподілі видів та загрозити різноманіття.

В статті виконано обробку даних SAR Sentinel-1 за доступний період часу 2015-2022 рр. для території Черкаської області. За допомогою некерованої класифікації виділено вкриті лісовою рослинністю лісові ділянки.

За результатами дослідження обчислено втрати лісу, за визначений період, де найбільші втрати виявлено у Черкаському районі.

References

1. Breiman, L. (2001). Random Forest. Machine Learning. Vol. 45. № 1, pp. 5-32.
2. Canty, M.J. (2019). Image Analysis, Classification, and Change Detection in Remote Sensing With Algorithms for Python Fourth edition, CRC Press. 532 p.
3. Chang, Z., Hobeichi, S., Wang, Y.-P., Tang, X., Abramowitz, G., Chen, Y., et al. (2021). New forest aboveground biomass maps of China integrating multiple datasets. Remote Sensing, 13(15), 2892.
4. Change detection (GIS). URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Change_detection_(GIS).
5. Chave, J., Condit, R., Aguilar, S., Hernandez, A., Lao, S., & Perez, R. Error propagation and scaling for tropical forest biomass estimates. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 359(1443), 409-420.
6. Chen, Q., Laurin, G. V., & Valentini, R. (2015). Uncertainty of remotely sensed aboveground biomass over an African tropical forest: Propagating errors from trees to plots to pixels. Remote Sensing of Environment, 160, pp. 134-143.
7. Congalton, R. (2015). Assessing positional and thematic accuracies of maps generated from remotely sensed data P. Thenkabail (Ed.), Remote Sensing Handbook, Data Characterization, Classification, and Accuracies, vol. I, CRC/Taylor & Francis, Boca Raton, FL, pp. 583-601.
8. Dubayah, R., Blair, J. B., Goetz, S., Fatoyinbo, L., Hansen, M., Healey, S., et al. (2020). The global ecosystem dynamics investigation: High-resolution laser ranging of the Earth's forests and topography. Science of Remote Sensing, 1, 100002.

9. End-to-End Google Earth Engine (Full Course Material). URL: https://courses.spatialthoughts.com/end-to-end-gee.html.

10. Filipponi, F., 2019. Sentinel-1 GRD Preprocessing Workflow, in: 3rd International Electronic Conference on Remote Sensing. Presented at the International Electronic Conference on Remote Sensing, MDPI, p. 11.

11. Flannigan, M., Stocks, B., Turetsky, M., & Wotton, M. (2009). Impacts of climate change on fire activity and fire management in the circumboreal forest. Global Change Biology, 15(3), 549-560.

12. Fore, A. G., Chapman, B. D., Hawkins, B. P., Hensley, S., Jones, C. E., Michel, T. R., & Muellerschoen, R. J. (2015). UAVSAR polarimetric calibration. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 53(6), 3481-3491.

13. Holtzman, N. M., Anderegg, L. D. L., Kraatz, S., Mavrovic, A., Sonnentag, O., Pappas, C., et al. (2021). L-band vegetation optical depth as an indicator of plant water potential in a temperate deciduous forest stand. Biogeosciences, 18(2), 739-753.

14. James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). Resampling methods. An introduction to statistical learning, pp. 175-201.

15. Joshi, N. P., Mitchard, E. T. A., Schumacher, J., Johannsen, V. K., Saatchi, S., & Fensholt, R. (2015). L-band SAR backscatter related to forest cover, height and aboveground biomass at multiple spatial scales across Denmark. Remote Sensing, 7(4), 4442-4472.

16. Keller, M., Palace, M., & Hurtt, G. (2001). Biomass estimation in the Tapajos National forest, Brazil: Examination of sampling and allometric uncertainties. Forest Ecology and Management, 154(3), 371-382.

17. Khati, U., Lavalle, M., Shiroma, G. H. X., Meyer, V., & Chapman, B. (2020). Assessment of forest biomass estimation from dry and wet SAR acquisitions collected during the 2019 UAVSAR AM-PM campaign in southeastern United States. Remote Sensing, 12(20), 3397.

18. Kraatz, S., Bourgeau-Chavez, L., Battaglia, M., Poley, A., Siqueira, P. (2022). Mapping and Scaling of In Situ Above Ground Biomass to Regional Extent With SAR in the Great Slave Region. Earth and Space Science, 9(12), e2022EA002431.

19. Kravtsova, I.V., Mendus, T.M. (2020). Cherkasy forests as an example of cultural landscape organization. Natural sciences and education: a collection of scientific works of the Faculty of Natural Sciences and Geography. Uman: Publishing and Printing Center "Vizavy" ("Sochinsky" Publisher), pp. 77-79. [in Ukrainian].

20. Lakyda, I. P. (2008). Monitoring the productivity of suburban forests in Kyiv using the example of conifer plantations of the KP "Darnytskyi Forestry Management". Scientific Bulletin of the National Agrarian University, Vol. 118, pp. 204-208. [in Ukrainian].

21. Le Toan, T., Quegan, S., Davidson, M. W. J., Balzter, H., Paillou, P., Papathanassiou, K., et al. (2011). The BIOMASS mission: Mapping global forest biomass to better understand the terrestrial carbon cycle. Remote Sensing of Environment, 115(11), 2850-2860.

22. Myklush, S. I., Chaskovskyi, O. H., Havryliuk, S. A. (2013). Deciphering multi-dimensional space images for the assessment of rock groups. Science Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine: Collection of Sciences. works Vol. 11. pp. 144-150. [in Ukrainian].

23. QGIS Desktop testing User Guide. URL: https://docs.qgis.org/testing/pdf/en/QGIS-testing-DesktopUserGuide-en.pdf.4Lesiv, M.Iu., Shchepashchenko, D.H., Shvidenko, A.Z., Bun, R.A. (2012). Construction of a map of forests of Ukraine based on the data of global digital maps of land cover Sciences. release NLTU of Ukraine. Vol. 22.9, pp. 24-30. [in Ukrainian].

24. Remote sensing of the Earth from space (2004). Terms and definitions of concepts: DSTU 4220-2003. [Effective from 2004-10-01]. K., State Standards of Ukraine, 2003. 24 p. (National Standard of Ukraine).

25. Remote sensing of the Earth from space (2007). Data processing. Terms and definitions of concepts: DSTU 4758:2007. [Effective from 2007-10-01]. K., State Standards of Ukraine, 21 p. (National Standard of Ukraine).

26. Saatchi, S., Marlier, M., Chazdon, R. L., Clark, D. B., & Russell, A. E. (2011). Impact of spatial variability of tropical forest structure on radar estimation of aboveground biomass. Remote Sensing of Environment, 115(11), 2836-2849.

27. Schmitt, A., Glaser, B., Borken, W., & Matzner, E. (2008). Repeated freeze–thaw cycles changed organic matter quality in a temperate forest soil. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 171(5), 707–718.

28. Sentinel-1 Overview. [URL: https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-1/overview .

29. Sentinel-1: Data Products. URL: https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-1/data-products.

30. Sentinel-1: Instrument Payload. URL: https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-1/instrument-payload .

31. Sentinel-hub: EO Browser. URL: https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser.

32. Sentinel-hub: Sentinelhub Playground. URL: https://apps.sentinel-hub.com/sentinel-playground.

33. Shao, Z., & Zhang, L. (2016). Estimating forest aboveground biomass by combining optical and SAR data: A case study in Genhe, Inner Mongolia, China. Sensors, 16(6), 834.

34. Sinha, S., Jeganathan, C., Sharma, L. K., & Nathawat, M. S. (2015). A review of radar remote sensing for biomass estimation. International journal of Environmental Science and Technology, 12(5), 1779-1792.

35. Small, D.; Schubert, A. (2008). Guide to ASAR Geocoding. ESA-ESRIN Technical Note RSL-ASAR-GC-AD, University of Zurich: Zurich, Switzerland, Volume 1, p. 36.

36. Sun, G., Ranson, K. J., Guo, Z., Zhang, Z., Montesano, P., & Kimes, D. (2011). Forest biomass mapping from lidar and radar synergies. DESDynI VEG-3D Special Issue, 115(11), pp. 2906-2916.

37. Treuhaft, R. N., Law, B. E., & Asner, G. P. (2004). Forest attributes from radar interferometric structure and its fusion with optical remote sensing. BioScience, 54(6), 561-571.

38. Vorster, A. G., Evangelista, P. H., Stovall, A. E. L., & Ex, S. (2020). Variability and uncertainty in forest biomass estimates from the tree to landscape scale: The role of allometric equations. Carbon Balance and Management, 15, 1-20.

39. Whitman, E., Parisien, M., Thompson, D. K., Hall, R. J., Skakun, R. S., & Flannigan, M. D. (2018). Variability and drivers of burn severity in the northwestern Canadian boreal forest. Ecosphere, 9(2), e02128.

40. Wicks, D., Jones, T., & Rossi, C. (2018). Testing the interoperability of sentinel 1 analysis ready data over the United Kingdom. IEEE International Geoscience and Remote sensing Symposium IGARSS (pp. 8655-8658). IEEE.

41. Yordanov, V., Brovelli, M.A. (2021). Deforestation mapping using sentinel-1 and object-based random forest classification on google earth engine. International Archives of the

Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives, 43 (B3-2021), 865-872.

42. Yu, Y., & Saatchi, S. (2016). Sensitivity of L-band SAR backscatter to aboveground biomass of global forests. Remote Sensing, 8(6), 522.

L. Yu. Kocheryhin[1], I. V. Kimeichuk[1]

[1]Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

GEOINFORMATION MONITORING OF CHANGES OF FOREST AREAS COVERED WITH FOREST VEGETATION OF THE CHERKASK REGION ACCORDING TO RADAR DATA

The purpose of this article is to carry out geo-informational monitoring of changes in forest areas covered with forest vegetation in the Cherkasy region using radar data. The specific objectives of the study include: conducting an analysis of the dynamics of changes in the forest cover of the Cherkasy region during a certain period of time using data obtained from satellite radars. Determination of zones and areas with the highest rates of forest cover loss, which will allow identification of the main areas of deforestation. Exploring the possibilities of using radar data to detect changes in the forest biome and assess their impact on biodiversity and ecosystem services. Comparison of the results of this study with previous data on forest cover and changes in it on the territory of Cherkasy region in order to identify trends and identify possible problems in the management of forest resources. Consideration of the possibilities of using this data for the development of effective forest protection measures and sustainable forestry practices in the Cherkasy region. This article aims to promote sustainable forest management and help preserve the valuable ecosystems of Cherkasy forests through the use of modern geoinformation methods and radar data analysis. The main possible actions and measures that can be taken within the framework of monitoring changes in forest areas covered with forest vegetation in the study region according to radar data are defined, namely: the collection of radar data and their processing is the main stage in monitoring. Using sentinel-1, to obtain information about forest cover and changes in it.Data analysis and interpretation were also performed using a variety of processing methods, including signal processing, classification, and modeling. At the last stage of monitoring forest areas covered with forest vegetation, mapping of deforestation zones was carried out in order to identify and map zones where changes in forest cover, especially deforestation, occur. This information can be useful for the implementation of forest protection measures. Monitoring of biodiversity and ecosystem services, i.e. assessment of the impact of changes in the forest biome on biodiversity and ecosystem services provided, such as water regulation and carbon exchange, was also carried out. One of the main tasks of the research is the development of recommendations for the implementation of specific actions aimed at preserving forest resources and stimulating sustainable forestry management using modern geoinformation systems and tools. This may include the implementation of monitoring and reporting mechanisms for forestry enterprises and branches, as well as the development of forest protection strategies, and the latter is possible only in cooperation with authorities and public organizations, as well as with non-governmental public organizations working in the field of forest management and environmental monitoring. This will help to ensure the practical application of research results.

Key words: *geoinformation monitoring, forest biome, deforestation, satellite data, ecological monitoring, changes in the landscape, geoinformation systems.*

СЕКЦІЯ ІІІ
ЕКОЛОГІЯ, СТАЛИЙ РОЗВИТОК ЕКОСИСТЕМ

УДК 630.911:631.5.631.459.2:546.36

В. А. Студінський[1], Г. Я. Студінська[2]

[1]Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирська область, Україна

[2] Науково-дослідний навчальний центр «ПринцепС», м. Малин, Житомирська область, Україна

ЕКОЦИДНА ПОЛІТИКА РФ В КОНТЕКСТІ СУЧАСНОЇ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

У статті досліджено питання здійснення екоцидної політики Російської Федерації щодо України в контексті російсько-української війни, що триває з 2014 року. Особливо політика екоциду посилилась в ході повномасштабного вторгнення російської армії на територію України 24 лютого 2022 року. Зокрема, було завдано великої шкоди земельним, водним, лісовим та іншим екологічним ресурсам. Разом з тим, російська політика екоциду чітко проявилася у винищенні ряду заповідних зон на півдні України. До того ж вкрай негативний вплив на навколишнє природне середовище спричинили терористичні акти агресора. Насамперед це проявляється у захопленні Чорнобильської та Запорізької атомних електростанцій, підриві Каховської гідроелектростанції, та мінуванні ряду підприємств, що в результаті підриву їх може призвести до серйозного забруднення довкілля. Також у статті розглядаються питання розгляду політики екоциду в правовому та економічному аспектах. У цьому аспекті зазначається, що не завжди аконодавство на внутрішньому та міжнародних рівнях дають однакову оцінку політики екоциду. Економіко-екологічний аспект розкриває особливість взаємозв'язку негативного впливу на довкілля як чинника, що, у свою чергу, негативно впливає на розвиток економічної сфери.

***Ключові слова**: екологія, екоцид, забруднення довкілля, екологічна катастрофа, економіко-екологічні наслідки.*

Вступ. Будь-який воєнний конфлікт негативно впливає на довкілля. Зокрема, відбувається знищення великої кількості видів рослинного і тваринного світу, виведення із сільськогосподарського використання значних земельних площ, погіршення стану водних ресурсів. Також ускладнюються умови безпечного проживання людей на територіях, де відбуваються воєнні дії. Особливо негативно на навколишнє середовище впливає цілеспрямована екоцидна політика країни-агресора.

[1]**Студінський Володимир Аркадійович,** д-р іст. наук, канд. екон. наук, доцент, Малинський фаховий коледж. E-mail: waskneufisit@ukr.net; http://orcid.org/0000-0001-6300-7179;

[2]**Студінська Галина Яківна,** д-р екон. наук, Науково-дослідний навчальний центр «ПринцепС».E-mail: studinska.galina@gmail.com; http://orcid.org/0000-0003-4713-4957.

Екоцид у широкому розумінні є політикою, що спрямована на масове знищення рослинного або тваринного світу, отруєння атмосфери або водних ресурсів, а також вчинення інших дій, що можуть спричинити екологічну катастрофу. Саме так і визначається екоцид українським законодавством. Зокрема, відповідно до статті 441 Кримінального Кодексу України, екоцид є особливо тяжким злочин, що карається позбавленням волі на строк від восьми до п'ятнадцяти років [9].

В ході війни яку Російська Федерація розпочала проти України ще у 2014 році чітко проявилися ознаки екоциду як одного із складових елементів політики. Особливо ця тенденція проявилася з початком повномасштабної війни у лютому 2022 року. Так, російські війська шкодять навколишньому природному середовищу України як цілеспрямоване чи умисно, із воєнних або політичних мотивів, так і опосередковано. Тут достатньо зауважити, що за підрахунками Держекоінспекції за 11 місяців повномасштабної війни було завдано збитків довкіллю на суму понад 1 трильйон 743 мільярди гривень. Збитки від забруднення ґрунтів та засмічення земель становили понад 688 мільярдів гривень, від забруднення атмосфери – 998 мільярдів гривень, а від забруднення та засмічення водних ресурсів – понад 56 мільйонів гривень [7]. І ці підрахунки навіть на початок 2023 року були приблизними, оскільки не враховували багатьох моментів завданої екологічної шкоди Україні, особливо на територіях, що знаходяться у тимчасовій окупації. До того ж воєнні дії тривають, які ще більш негативно посилюють ситуацію.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблема негативного впливу сучасної російсько-української війни доволі жваво обговорюється і досліджується в різних колах. Проте, на сьогодні ще нема відповідних глибоких монографічних досліджень саме в аспекті вивчення екоцидної політики РФ в Україні в контексті війни. Проте, у методологічному плані уваги заслуговують праці українських вчених Л. А. Горошкової, Є. В. Хлобистова, В. О. Трофимчука [3], В. П. Волкова [15], В. А. Студінського [16], Г. Я. Студінської [17], О. М. Шуміло [14] та інших. Великий пласт інформації та аналітики з даної проблематики є в публіцистичних публікаціях. Саме останні джерела на сьогодні є чи не найоперативнішими у висвітленні висвітленої проблематики. Публіцистичні та інформаційні публікації в інтернет-джерелах дають змогу накопичувати відвідну інформацію та проводити попередній науковий аналіз.

Матеріали та методи дослідження. Інформаційно-аналітичною базою даного дослідження є правові документи, статистичні дані, аналітичні та публіцистичні дослідження, де висвітлюються питання політики екоциду РФ щодо України в ході війни у період 2014-2023 рр. Авторами застосовані методи

історичного, економічного, статистичного аналізу, порівняльних характеристик, прогнозування.

Результати досліджень та їх обговорення. Як уже зазначалося у вступній частині даної статті, екоцид є політикою масового знищення рослинного або тваринного світу, отруєння атмосфери або водних ресурсів, а також вчинення інших дій, що можуть спричинити екологічну катастрофу. Вперше цей термін був ужитий в 1972 році на Конференції Організації Об'єднаних Націй з проблем навколишнього природного середовища в контексті обговорення питань руйнування довкілля через бомбардування, використання гербіцидів та екологічно небезпечного будівництва у природних зонах. Проте, на міжнародному рівні поняття екоциду й досі офіційно не закріплено відповідним терміном і не визнано міжнародним злочином, який передбачав би спеціальний механізм відповідальності, через що він не потрапляє під юрисдикцію Міжнародного Кримінального Суду (МКС). Разом з тим, у стаття 5 Римського статуту МКС зазначено, що політика екоциду може розглядатися в контексті питань, пов'язаних з чотирма категоріями злочинів: геноцидом, воєнними злочинами, злочинами проти людяності й злочинами агресії. Саме у дискусії щодо міжнародно-правового ptгулювання цього злочину, то екоцид переважно розглядається в контексті збройних конфліктів та військових злочинів.

Зокрема, існує ряд нормативно-правових актів з охорони навколишнього природного середовища, серед яких є Конвенція ООН про заборону військового чи будь-якого іншого ворожого застосування засобів впливу на природне середовище 1976 року та Додатковий протокол 1 до Женевських конвенцій від 1949 року, що стосується захисту жертв міжнародних збройних конфліктів. Зокрема, у 56 статті якого зазначено, що відповідні установки і споруди, що містять небезпечні сили, а саме: греблі, дамби й атомні електростанції, не повинні ставати об'єктами нападу навіть у тих випадках, коли такі об'єкти є військовими об'єктами, якщо такий напад може викликати вивільнення небезпечних сил і наступні небезпечні негативні втрати серед цивільного населення. Існує ряд нормативно-правових актів з охорони природного середовища, серед яких Конвенція ООН про заборону військового чи будь-якого іншого ворожого застосування засобів впливу на природне середовище 1976 року та Додатковий протокол 1 до Женевських конвенцій від 1949 року, що стосується захисту жертв міжнародних збройних конфліктів, у 56 статті якого зазначено, що "Установки і споруди, що містять небезпечні сили, а саме: греблі, дамби й атомні електростанції, не повинні ставати об'єктами нападу навіть у тих випадках, коли такі об'єкти є військовими об'єктами, якщо такий напад може викликати звільнення небезпечних сил і наступні тяжкі втрати серед цивільного населення." До того ж, у 2016 р. Міжнародний Кримінальний Суд оголосив про

те, що злочини, пов’язані з "руйнуванням довкілля", будуть розглядатися, але в контексті злочинів проти людяності. Разом з тим, 2021 року фундація Stop Ecocide представила Концепцію щодо визначення поняття екоциду, щоб розпочати процес включення цього злочину до Римського Статуту Міжнародного Кримінального Суду: Зокрема, цією Концепцією передбачається, що екоцид є протиправними та безвідповідальними діями, які вчинені зі знанням того, що є значна ймовірність серйозної і/або широкої, або довгострокової шкоди довкіллю, спричинених цими діями [2]. До цього аспекту лише додамо, що у вітчизняному законодавстві екоцид вважається тяжким злочином і тягне за собою конкретну відповідальність.

У зв’язку з цим, можна погодитися із висновком українського вченого-правознавця О. М. Шуміло, який зазначив, що: «Екоцид має бути віднесений до найтяжчих міжнародних злочинів, вчинення якого є підставою для міжнародно-правової відповідальності держав і кримінальної відповідальності індивідів (юридичних та фізичних осіб). Розпочато шлях внесення статті щодо екоциду до Римського статуту, адже це стане ефективним механізмом притягнення до відповідальності МКС не тільки під час військових дій, а й у мирний час. Для боротьби та попередження такого злочину необхідна співпраця всіх держав світу із включенням до карних законів статті щодо складу злочину – екоцид» [14, с.111].

Як зазначають фахівці, російські окупанти проводять цілеспрямовану свідому політику, так званого екологічного геноциду (екоциду). Це проявляється насамперед у здійсненні ураження інфраструктурних об’єктів, зокрема, каналізаційно-насосних станцій та очисних споруд при чому відбувається забруднення поверхневих вод стоками. Потрапляння у води річок неочищених господарсько-побутових та виробничих стоків, які містять велику кількість органічних речовин, яйця гельмінтів, патогени, фосфати, хлориди, сульфати, поверхнево-активні речовини у подальшому активізує процеси цвітіння води в річках басейну Дніпра та акваторії Чорного моря. У результаті розгортання повномасштабної агресії РФ проти України, яка розпочалася 24 лютого 2022 року, маємо серйозне збільшення інтенсивності пожеж внаслідок обстрілів, ракетно-бомбових уражень, що призводить ще до появи специфічних газів від згорання порохів, що містять: нітроцелюлозу, нітрогліцерин, нітрогуаніди, дібутилфталат, дінітротолуол, каніфоль, етилацетат, стронцій азотнокислий, порошок магнієвий, порошок флюмінієво-магнієвий, графіт, магнійвуглекислий, полівінілхлорид, стронцій вуглекислий, смола, свинцевий сурик, феросиліцій, залізо, бор технічний, гримуча ртуть, антимоній, бертолетова сіль тощо. Зокрема, при утилізації 1000 т пороху в атмосферне повітря виділиться близько 1 млн $м^3$ газів [6]. В результаті такої політики РФ

набуває ознак токсичного бренду, тобто створює негативне ставлення до країни-агресора як небезпечного джерела порушення світового екологічного балансу [13, с.316-317].

РФ здійснює агресивну екоцидну політику як загалом до України, так і до окремих об'єктів. Тут достатньо звернути увагу на захоплення двох атомних електростанцій – Чорнобильської та Запорізької, а також провокативні дії щодо Рівненської та Південно-Української АЕС [5]. Це у свою чергу негативно впливає на регіональний екологічний стан і викликає велику занепокоєність у стабільності проживання в зоні впливу цих станцій [6]. До того ж такий перебіг подій негативно впливає й на загальний регіональний та національний економічний розвиток [3; 15].

Зокрема, найбільша напруга триває навколо найбільшої в Європі – Запорізької АЕС. Окрім того, що цей об'єкт ядерної енергетики захоплений агресором, він ще й замінуваний. До того ж, на самій станції, яка знаходиться під повним контролем агресора постійно відбуваються нештатні аварійні ситуації. Так, вночі 10 серпня 2023 року захоплена російськими військами Запорізька атомна електростанція втратила живлення з основної зовнішньої лінії електропередачі напругою 750 кВ. Після втрати живлення ЗАЕС довелося перемикнути на єдину доступну резервну лінію 330 кВ, відключення якої загрожує втратою зовнішнього живлення (блекаут). Як вважають енергетики, у разі цього сценарію головну загрозу ядерній та радіаційній безпеці несе перебування 4-го енергоблока Запорізької АЕС у стані «гарячий зупин», який окупанти експлуатують з порушенням умов ліцензії на експлуатацію Реакторних установок АЕС українського регулятора (Держатомрегулювання) [8]. Фактично агресор загрожує повторити подібну Чорнобильській катастрофу. Спроби вітряних атак російськими військами у жовтні 2923 року щодо Хмельницької АЕС підтверджують цілеспрямовані дії агресора. Це вже не що інше як ядерний тероризм.

Подібна політика здійснюється і на заводі «Кримський титан», який за даними інформагенств теж замінований. Зокрема, А. Клименко - керівник проєкту в Інституті Чорноморських стратегічних досліджень, головний редактор видання BlackSeaNews, зазначив: "На сьогодні з заводу окупанти вивозять цінне обладнання. Також вивозять все те, що стосується виробництва двоокису титану. Залишається тільки виробництво азотних добрив, тобто амофосу. Зазначу, що амофос при деяких умовах вибухає. Відповідно, можна припустити, що росіяни готують з заводу "Кримський Титан" таку хімічну бомбу" [12]. Таким чином, окупанти цілеспрямовано можуть забруднити хімічними речовинами велику частину території Криму та Херсонщини, що унеможливить у подальшому

використання водних та земельних ресурсів, а також поставить під питання функціонування цілого ряду населених пунктів, зокрема і міста Армянськ.

В ході воєнних дій агресором було вже проведено ряд операцій, які мали чіткі ознаки геноциду. Зокрема, мова йде про пожежа на острові Джарилгач, що трапилася у серпні 2023 року. Як зазначає директорка Національного природного парку "Джарилгацький", вогнем знищено заповідну зону, де була сконцентрована основна частина всіх степових екосистем острова та популяції всіх рідкісних тварин, які є на острові, а також концентрується найбільша кількість копитних. Наявні рослинні угруповання, які зараз знаходяться під загрозою зникнення, занесені до Зеленої книги України, належать до рідкісних та рослин що зникають. Це угруповання формацій меч-трави болотної, ковили дніпровської, ковили волосистої, гвоздики бессарабської, золотобородника цикадового та інші. на відновлення степової, лугової, солончакових ділянок потрібно в середньому від 4-5 до 8-12 років, говорить директорка нацпарку, а тамариксові зарослі потребують від 15-30 років. За попередніми оцінками збитки від цієї пожежі, що спричинені перетворенням заповідника у військовий полігон, становлять кілька десятків мільярдів гривень [11].

Найбільшої екологічної катастрофи агресор завдав у результаті підриву дамби Каховської ГЕС. Це була цілеспрямована акція російського керівництва. Як правильно зазначила українська журналістка Т. Пархомчук: «Каховською трагедією путін показав усьому світу: а дивіться, що я можу ще…» [10]. Тобто РФ продемонструвала свою повну безкарність і продовження традиційної для неї політики «випаленої землі». В результаті підриву Каховської ГЕС близько 800 тис. людей опинилися під загрозою втрати доступу до питної води [1]. Тут достатньо зауважити, що в Україні і на Заході відгукнулися наданням гуманітарної допомоги постраждалим. Зокрема, уряд Великої Британії виділив для цієї мети 16 млн. ф.ст. [5]. За дуже попередніми оцінками для відновлення Каховської ГЕС потрібно буде від 800 млн. до 1 млрд. доларів США та п’ять років роботи над відбудовою дамби [17]. Загалом же було підтоплено 46 населених пунктів, знищено 31 об’єкт зрошувальної сільськогосподарської системи (Дніпропетровська область – 30%, Херсонська – 94%, Запорізька – 74%), 333 види рослин та тварин під загрозою знищення, втрачено понад 95 тис. тонн дорослої риби, загальні економіко-екологічні збитки попередньо оцінюються в 10,5 млрд.грн.

Поки важко оцінити загальні екологічні збитки, нанесені в результаті екоцидної політики РФ щодо України в період російсько-української війни. Неможливо говорити і попередньо про ці збитки, оскільки воєнні дії тривають. Зрозуміло лише, що після закінчення війни країна-агресор повинна

відшкодувати всі збитки, які завданні довкіллю України, а також понести кримінальну відповідальність за заподіяну шкоду.

Висновки. Таким чином, в результаті воєнних дій РФ здійснюється цілеспрямована екоцидна політики щодо України. Заподіяно великої шкоди водним, земельним ресурсам, атмосферному повітрю, знищено велику кількість представників рослинного та тваринного світу (для відновлення його представників потрібні будуть кілька десятиліть). Завдано великої шкоди економіко-екологічному потенціалу України. Також проведено диверсії і знищено ряд важливих об'єктів, зокрема: Каховська ГЕС, заповідник на острові Джарилгач, зрошувальна система сільськогосподарських угідь, припинено постачання води в ряді областей України і Автономній Республіці Крим тощо. Загальні збитки оцінюються сотнями мільярдів доларів, хоча ці підрахунки далеко не кінцеві, оскільки війна триває. Варто зазначити, що вся відповідальність за завдані збитки екосистемі Україні лежить на каїні-агресору – Російській Федерації. Беззаперечною умовою у подальшому є її повне відшкодування збитків та надання ресурсів на відновлення екосистеми нашої держави.

References

1. 800 tys. lyudey v Ukrayini mozhut′ vtratyty dostup do pytnoyi vody cherez ruynuvannya Kakhovs′koyi HES - dyrektor misiyi USAID v Ukrayini / URL: https://ukrainian. voanews.com/a/cherez-reinivannia-kahovskoi-ges-800tysiach-liudei-pid-zagrozoyu-vtraty-dostupu-do-pytnoi-vody-usaid/7140671.html
2. Havrylyuk E. Shcho take ekotsyd: korotko i holovne pro zakonodavstvo ta pryklady / URL: https://suspilne.media/501604-so-take-ekocid-korotko-i-golovne-pro-zakonodavstvo-ta-prikladi/
3. Horoshkova L. A., Khlobystov YE. V., Trofymchuk V. O. Ekonomiko-statystychne modelyuvannya determinant dynamiky zabrudnennya dovkillya Ukrayiny. // Ekonomika i orhanizatsiya upravlinnya. - Vinnytsya: DonNU im. V.Stusa. 2019. № 2 (34). S.46-55.
4. Do mil′yarda dolariv ta 5 rokiv na vidbudovu. V «Ukrhidroenerho» rozpovily, yak vidnovlyuvatymut′ Kakhovs′ku HES / URL: https://hromadske.ua/posts/do-milyarda-dolariv-ta-5-rokiv-na-vidbudovu-v-ukrgidroenergo-rozpovili-yak-vidnovlyuvatimut-kahovsku-ges
5. Dlya podolannya naslidkiv pidryvu Kakhovs′koyi HES Brytaniya nadast′ Ukrayini 16 mln funtiv / URL: https://delo.ua/economy/dlya-podolannya-naslidkiv-pidrivu-kaxovskoyi-ges-britaniya-nadast-ukrayini-16-mln-funtiv-419039/
6. Ekotsyd: naslidky i tsina rosiys′koyi ahresiyi / URL: https://eco.rayon.in.ua/ topics/506221-ekotsid-naslidki-i-tsina-rosiyskoi-agresii
7. Ekotsyd v Ukrayini: za shcho rosiya vyplachuvatyme reparatsiyi? / URL: https://www. savednipro.org/ekocid-v-ukrayini/
8. ZAES perebuvaye na mezhi blekautu cherez vtratu zhyvlennya z osnovnoyi liniyi — Enerhoatom / URL: https://hromadske.radio/news/2023/08/10/zaes-perebuvaie-na-mezhi-blekautu-cherez-vtratu-zhyvlennia-z-osnovnoi-linii-enerhoatom

9. Kryminal′nyy Kodeks Ukrayiny / URL: https://ips.ligazakon.net/document/T012341?an=910451

10. Parkhomchuk T. «Na pidtants′ovtsi» v bunkera. Pidryv Rosiyeyu Kakhovs′koyi HES u dzerkali mizhnarodnoyi polityky // Ukrayina moloda. 2023. 14 chervnya. / URL: https://umoloda.kyiv.ua/number/3859/180/176030/?fbclid=IwAR2SpZhzZXJo6inbtKuD7yflguwKaTMuCJCXykfaqowf-0K-E9dWIJ3uesE

11. Pozhezha na ostrovi Dzharylhach: vohon′ znyshchyv vsyu zapovidnu zonu / URL: https://rubryka.com/2023/08/10/pozhezha-na-ostrovi-dzharylgach-vogon-znyshhyv-vsyu-zapovidnu-zonu/

12. Rosiyany mozhut′ peretvoryty zavod "Kryms′kyy tytan" na khimichnu bombu, - holovnyy redaktor vydannya BlackSeaNews Klymenko / URL: https://espreso.tv/rosiyani-mozhut-peretvoriti-zavod-krimskiy-titan-na-khimichnu-bombu-golovniy-redaktor-vidannya-blackseanews-klimenko

13. Studinska G.Ya. Brend: dolayuchy chas ta prostir. Malyn: PryntsepS, 2014. 412 s.

14. Shumilo O.M. Perspektyvy vstanovlennya yurysdyktsiyi Mizhnarodnoho kryminal′noho sudu shchodo ekotsydu // Aktual′ni problemy vitchyznyanoyi yurysprudentsiyi. 2021. №5. P. 106-112.

15. Horoshkova L., Khlobystov Ie., Volkov V. Decentralized pricing management in housing and municipal economy. Економічний вісник університету: Збірник наукових праць учених та аспірантів. Переяслав–Хмельницький: Переяслав–Хмельницький державний педагогічний університет ім. Г.Сковороди. 2019. № 43. С.59-67.

16. Studinski V. Economic and ecological aspect of the Russian-Ukranian war 2014-2022 // Journal L´Association 1901 “SEPIKE”. Frankfurt, Deutschland, Deutschland, Poitiers, France, Los Angeles, USA. Special Edition Ukraine Part 1. 2022. P. 100-106.

17. Studinski V., Studinska G. Regional dimensions of the economic situation in the conditions of the russian-ukrainian war / Studinski V., Studinska G. // Journal L'Association 1901 «SEPIKE», Special Edition Ukraine Part 2, Frankfrut, Deutschland Poitiers, France, Los Angeles, USA, 2022. P.119-126.

V. A. Studinski[1], G. Ya. Studinska[2]

[1]Malyn applied College, v. Hamarnia, Zytomyr region, Ukraine

[2] Scientific and research educational center "PrintsepS", Malyn, Ukraine

ECOCIDAL POLICY OF THE RUSSIA IN THE CONTEXT OF THE CURRENT RUSSIAN-UKRAINIAN WAR

The article examines the issue of the Russian Federation's ecocidal policy towards Ukraine in the context of the Russian-Ukrainian war, which has been ongoing since 2014. Especially the policy of ecocide intensified during the full-scale invasion of the Russian army on the territory of Ukraine. In particular, land, water, forest, and other environmental resources were damaged to a large extent. At the same time, the Russian policy of ecocide was clearly manifested in the destruction of a number of protected areas in the south of Ukraine. In addition, the terrorist acts of the aggressor caused an extremely negative impact on the natural environment. First of all, this manifests itself in the seizure of the Chernobyl and Zaporizhzhya nuclear power plants, the detonation of the Kakhovska hydroelectric plant and the mining of a number of enterprises, which as a result of their detonation

can lead to serious environmental pollution. The article also deals with the issue of considering the policy of ecocide in legal and economic aspects. In this aspect, it is noted that not always experts at the domestic and international levels give the same assessment of the policy of ecocide. The economic-ecological aspect reveals the peculiarity of the interrelationship of the negative impact on the environment as a factor, which, in turn, negatively affects the development of the economic sphere

Key words: *ecology, ecocide, environmental pollution, ecological disaster, economic and ecological consequences*

СЕКЦІЯ IV
ЕКОНОМІКА, ФІНАНСИ, ПОДАТКОВА СИСТЕМА

УДК: 336.221.4(477)

Л. В. Костюк[1], С. В. Лойко[2]

[1,2]Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирська область, Україна

ПОДАТКОВА СИСТЕМА В УКРАЇНІ: СТАН ТА НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ

В умовах ринкової економіки податки відтворюють перерозподільчі механізми реалізації фінансових відносин. Податкова система як сукупність податків, зборів, інших обов'язкових платежів повинна гармонійно поєднувати у собі як фіскальні, так і регулюючі властивості оподаткування. Стан податкової системи в Україні, як і в багатьох інших країнах, є предметом постійних дискусій і змін. Українська податкова система іноді критикується за надлишкову складність та численні винятки, що ускладнює податкове планування та адміністрування.

У статті розглянуто та досліджено діяльність Державної податкової служби України (ДПС), яка є центральним органом виконавчої влади та здійснює реалізацію державної податкової політики і спрямована на забезпечення виконання завдань із надходження платежів до бюджетів, удосконалення системи оподаткування тощо; проаналізовані угоди та меморандуми із закордонними країнами щодо удосконалення податкової системи в Україні, тому формально можна констатувати про поступове наближення податкової системи України до світових фіскальних стандартів.

Досліджено та проаналізовано стан податкової системи України за період із 2017 до 2022 р., визначено недоліки та проблеми механізму наповнення державного бюджету податками, напрямки вдосконалення податкової системи в Україні. Досліджено надходження до зведеного та державного бюджетів, звернена увага на значне зменшення митних платежів у 2022 році у зв'язку з пільгами на податок на додану вартість для енергоносіїв, енергетичного обладнання та товарів військового призначення. Проведений аналіз надходження непрямих податків до бюджету та здійснено обґрунтування зростання акцизного податку. Висвітлено надходження прямих податків у розрізі податку на доходи фізичних осіб та податку на прибуток підприємств. З метою забезпечення фінансування заходів із підвищення обороноздатності держави, в Україні введено військовий збір, надходження якого досліджено в статті.

Ключові слова: *податки, збори, податкова система України, бюджет, податкова реформа, податкове законодавство, Державна податкова служба, євроінтеграція.*

---

[1]**Костюк Лариса Володимирівна,** *викладач вищої категорії, старший викладач;* E-mail: *lorka_11@ukr.net*, https://orcid.org/0009-0006-4513-1540;

[2]**Лойко Світлана Володимирівна**, *канд. е. н., викладач вищої категорії.* E-mail. *verbylosveta@gmail.com*, http://orcid.org/0000-0001-6300-7179.

Вступ. Податкова система України – сукупність загальнодержавних та місцевих податків і зборів, що справляються в установленому законодавством порядку до бюджетів різних рівнів. Податкова система України почала своє формування ще з часів отримання незалежності, але й до сьогодні цей процес залишається незавершеним. Проблема побудови досконалої податкової системи – одна з найактуальніших в Україні. Її вирішення має здійснюватися шляхом вивчення й аналізу як існуючої в Україні законодавчої бази, так і світового досвіду в сфері оподаткування.

Податкова система відіграє важливу роль у формуванні доходів бюджету держави. Протягом тривалого періоду спостерігаються зміни в податковому законодавстві, спрямовані на її вдосконалення. Загалом податкова система України вже сформувалась, однак, зважаючи на низку недоліків, її слід розглядати, як таку, що потребує реформування.

Основне завдання статті полягає у визначенні стану сучасної української податкової системи та напрямів її трансформування.

Мета статті – висвітлення перспективних напрямів реформування системи оподаткування для підвищення її ефективності та оптимізації співвідношення між різними податковими надходженнями до бюджету, а також найповнішої реалізації регулюючих властивостей фіскальних інструментів.

Матеріал і методи дослідження

Під час дослідження були опрацьовані наукові роботи українських вчених, статистичні дані, показники Міністерства фінансів України, податкова нормативно-правова база. Аналіз надходжень податків проводили відповідно до звітів Державної податкової служби.

Використані такі загальнонаукові методи: метод пізнання, метод системного аналізу, метод аналізу та синтезу а також метод порівняння. Під час аналізу використано комп’ютерні програми MS Access та MS Excel.

Аналіз літературних джерел. Проблемами реформування системи оподаткування України вивчають відомі українські економісти, а саме: Азаро М. Я., Білик М. Д., Василик О. Д., Воїнов Т. С., Дікань Л. В., Золотко І. А., Кучерявенко Н. П., Кучерявенко М. П. та ін., але, незважаючи на це, є ще цілий ряд питань, які остаточно нерозкриті.

Результати дослідження. На сьогодні в Україні діє податкова система, яка за своїм складом та структурою подібна до податкової системи розвинутих європейських країн. Закони з питань оподаткування розроблено з урахуванням норм європейського податкового законодавства, а також аспектів податкової політики ГАТТ/СОТ та інших міжнародних економічних організацій.

Верховна Рада України у червні 2023 року ратифікувала Угоду між Україною та Європейським Союзом про участь України у програмі

Європейського Союзу для співробітництва в галузі оподаткування «Fiscalis», головною метою якої – співробітництво між податковими адміністраціями її країн-учасниць у питаннях боротьби з податковим шахрайством, ухиленням від сплати податків та агресивним податковим плануванням [9].

Підписаний Меморандум з Адміністрацією доходів Міністерства казначейства та фінансів Турецької Республіки, завдяки якому відбуватиметься співпраця сторін у питаннях реєстрації та обліку платників податків, їх адміністрування, боротьби з ухиленням від сплати податків, використання електронної податкової звітності, обслуговування платників податків, а також навчання та розвиток персоналу, обмін інформацією, зокрема інструкціями, методичними матеріалами, інформаційними бюлетенями, законами у сфері оподаткування [1].

Проте існує ряд проблем, пов'язаних з ефективним функціонуванням податкової системи України, які зумовлені прогалинами в законодавстві та неефективними нововведеннями.

На відміну від країн Європейського Співтовариства, податкова система України не є інструментом підвищення конкурентоспроможності держави. Існуюча система формування доходів держави має переважно фіскальний характер, тобто спрямована, насамперед, на поповнення державного бюджету [11]. Тому постає необхідність привести податкову систему України в узгодження з нормами Європейського законодавства.

Варто зазначити, що за останній період проведена значна робота щодо забезпечення пріоритетних напрямків із реформування податкової системи, зокрема зменшено кількість податків, спрощено процедури їх адміністрування, запроваджено систему електронного адміністрування ПДВ, що спрощує взаємодію з платниками та зменшує корупційні ризики, оптимізовано податкову звітність, що надало змогу платникам зменшити кількість часу на її підготовку.

Діяльність ДПС спрямовано на безумовне забезпечення виконання завдань із надходження платежів до бюджетів, удосконалення системи оподаткування, виявлення та руйнування схем мінімізації податкових зобов'язань, запобігання та виявлення кримінальних та інших правопорушень у сфері оподаткування, митній та бюджетній сферах, впровадження електронних сервісів для платників, підвищення рівня митної безпеки тощо.

Для підвищення ефективності роботи ДПС було вжито комплекс заходів щодо удосконалення структури апарату та територіальних органів ДПС, упорядкування та систематизації покладених функцій, а також усунення їх дублювання між окремими структурними підрозділами як на центральному, так і на регіональному рівнях [6].

Вжито ряд заходів щодо забезпечення виконання доведених Міністерством фінансів України індикативних показників доходів, розширення бази оподаткування, здійснення контролю за правильністю обчислення, повнотою і своєчасністю сплати податків (зборів) та інших платежів до бюджету.

ДПС проводилася робота щодо ініціювання законодавчих змін, спрямованих на побудову справедливої, прозорої та передбачуваної податкової системи, вдосконалення чинного податкового та митного законодавства України, наближення його до законодавства Європейського Союзу, зокрема у співпраці з представниками компетентних органів іноземних держав.

З метою підвищення показників України у рейтингу Світового банку «Doing Business» ДПС здійснено ряд заходів направлених на створення комфортних умов для платників податків, зокрема модернізацію електронних сервісів, удосконалення митних процедур, оптимізацію звітності, послаблення адміністративного тиску на сумлінних платників податків, а також зменшення корупційних ризиків [8].

2017 року ДПС створено інформаційно-телекомунікаційну систему «Електронний кабінет» на базі електронного сервісу «Електронний кабінет платника», в якому майже на 100% реалізовано сервіси для юридичних осіб – платників ПДВ та платників спрощеної системи оподаткування та забезпечено реалізацію повного спектру сервісів для фізичних осіб-підприємців та громадян.

Крім того, запроваджено введення Єдиної бази індивідуальних податкових консультацій, що надаються ДПС в письмовій формі, та забезпечено доступ до нього на офіційному вебпорталі ДПС через електронний сервіс «Електронний кабінет платника», доступ до якого вільний та безоплатний [2].

Реалізація визначених Планом роботи заходів сприяла поліпшенню ефективності роботи органів ДПС та стала головним чинником у забезпеченні виконання завдань та досягнення позитивних темпів приросту надходжень платежів порівняно з попередніми роками.

Одним із першочергових завдань для ДПС на сьогодні є безумовне забезпечення виконання показників наповнення бюджету.

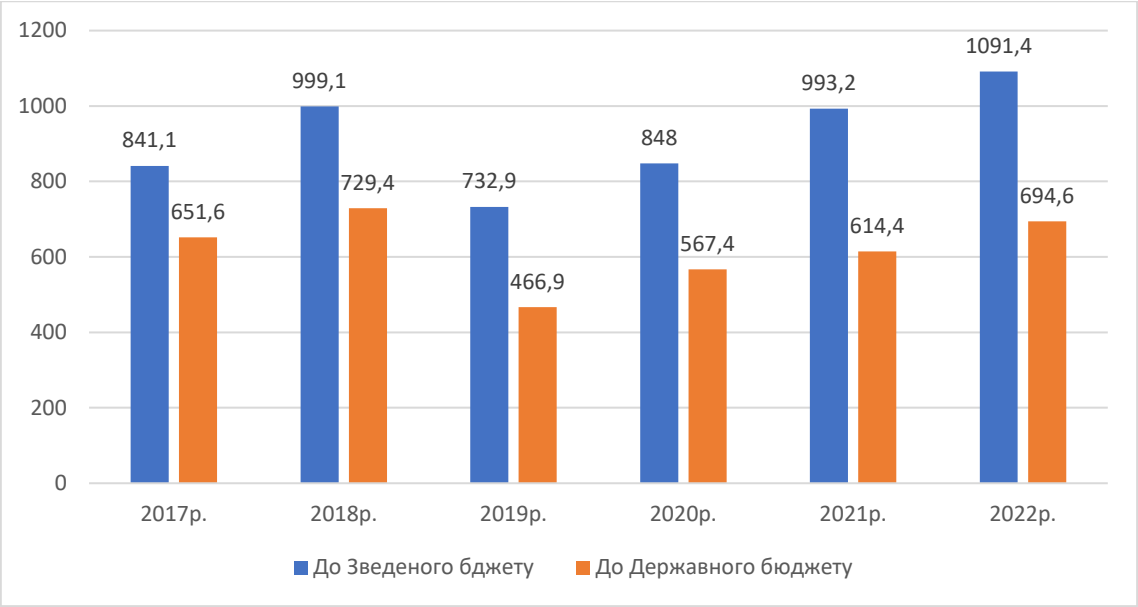


Рис. 1 Динаміка податкових надходжень до бюджету в Україні, млрд грн

ДПС забезпечує найбільшу частку доходів Зведеного бюджету України, 2022 року надходження (сальдо) до зведеного бюджету по платежах, що контролюються ДПС, становлять 1 091,4 млрд грн. Це на 98,2 млрд грн, або на 9,9 %. більше ніж у 2021 році. Державна податкова служба у 2022 році перерахувала до державного бюджету 698,7 млрд грн, що на 46,6 млрд грн більше порівняно з показниками 2021 року (рис. 1).

Вирішальну роль в економічних відносинах між державами відіграє зовнішня торгівля, оскільки є життєво необхідною для економіки будь-якої держави. Провідну роль в зовнішньоекономічних операціях відіграє митне оподаткування, основу якого займають митні платежі та є одним з джерел наповнення державного бюджету.

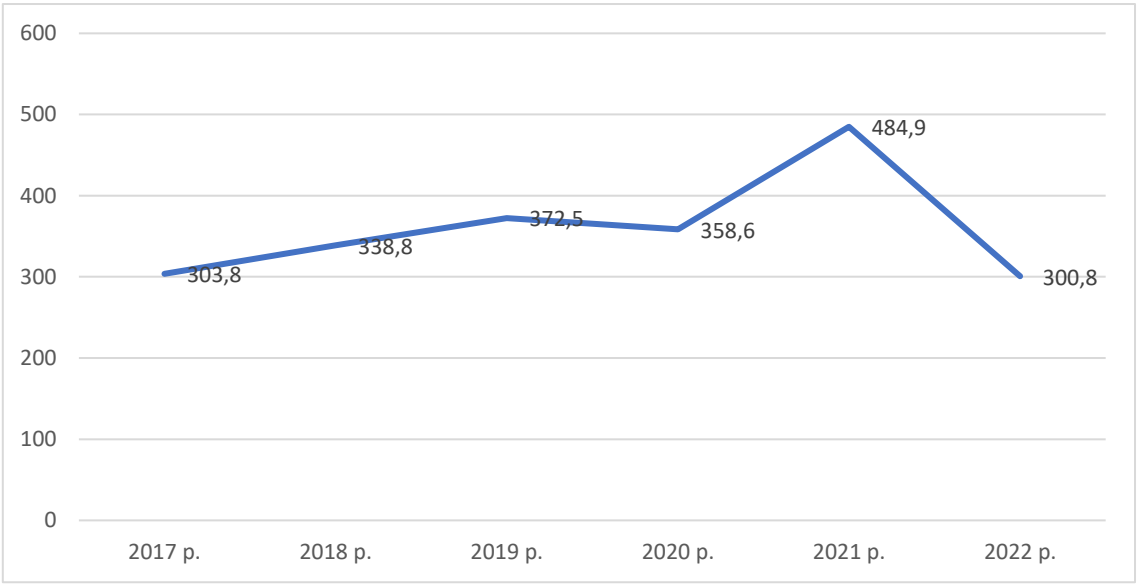


Рис. 2 Митні платежі до Державного бюджету за 2017-2022 рр., млрд грн

Невиконання плану митних платежів у 2022 р. пов'язане з повномасштабним вторгненням та його наслідками. Також на спад вплинуло слабке митне адміністрування й запровадження пільг з ПДВ для енергоносіїв, енергетичного обладнання та товарів військового призначення.

Необхідно зазначити, що податкова система України орієнтована на надходження непрямих податків, насамперед податку на додану вартість та акцизного податку. Варто зазначити, що ПДВ є основним джерелом наповнення бюджету держави. Провівши аналіз ПДВ встановлено, що за досліджуваний період розмір надходжень зріс на 71,9 % (132 млрд грн).

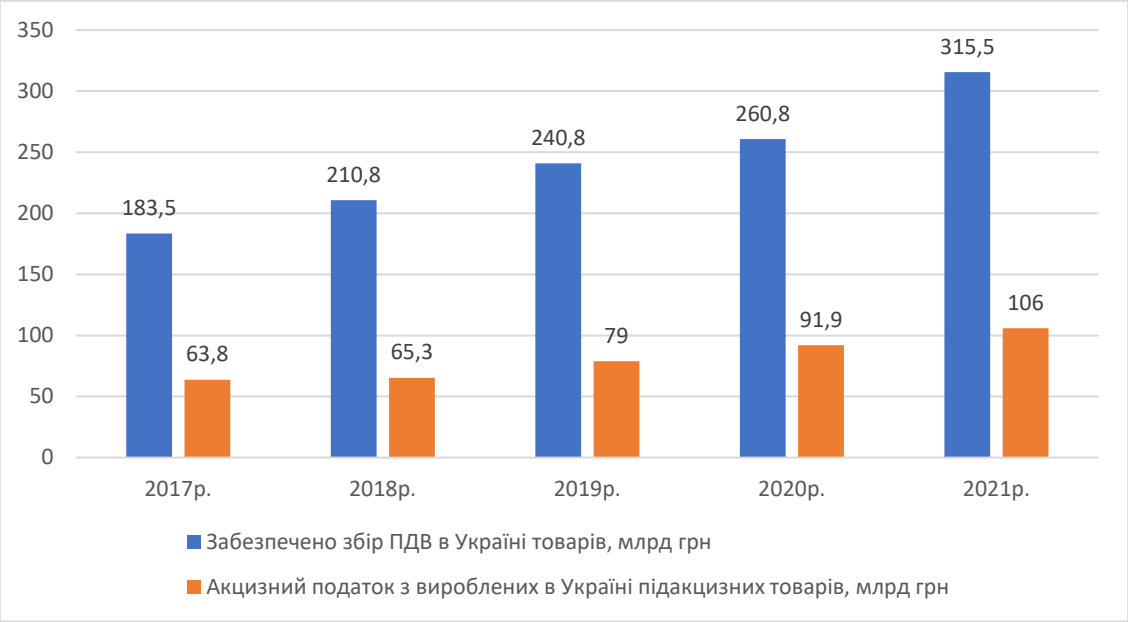


Рис. 3 Надходження ПДВ та акцизного податку до бюджету

З 1 березня 2016 року запроваджено систему електронного адміністрування реалізації пального (СЕРАП) та введено акцизну накладну як обов'язковий електронний документ, який складається під час здійснення всіх операцій з реалізації пального на внутрішньому ринку.

Основним результатом функціонування СЕРАП є збільшення надходжень до Державного бюджету акцизного податку з виробленого на митній території України та ввезеного пального.

Впровадження СЕРАП сприяло зменшенню тіньового обігу нафтопродуктів, зокрема бензинів моторних.

Найбільше збільшення акцизного податку в розрізі видів підакцизних товарів у 2017 році, порівняно з 2016 роком, відбулося по тютюнових виробах (7,5 млрд грн) за рахунок збільшення з 01.01.2017 року на 40 відсотків ставок акцизного податку. Але, за підсумками 2017 року обсяги реалізації тютюнових виробів скоротилися на 10,6 відсотків [2].

Найбільше збільшення акцизного податку в розрізі видів підакцизних товарів у 2018 році, порівняно з 2017 роком відбулося також по тютюнових виробах (3,6 млрд грн) за рахунок збільшення з 01.01.2018 року на 29,7 відсотків ставок акцизного податку. За підсумками 2018 року обсяги реалізації тютюнових виробів скоротилися на 15 відсотків [3].

До загального фонду державного бюджету з вироблених в Україні товарів у 2021 році надійшло 68,7 млрд грн акцизного податку, що на 0,5 %, або на 0,3 млрд грн більше фактичних надходжень 2020 року.

Найбільше збільшення надходжень акцизного податку в розрізі видів підакцизних товарів у 2021 році, порівняно з 2020 роком, забезпечено за рахунок електричної енергії (37,9 %, або 1,1 млрд грн) та лікеро-горілчаної продукції (9,0 %, або 0,57 млрд грн).

Прибуткове оподаткування є важливим елементом системи прямих податків, яке дозволяє регулювати доходи суб'єктів господарювання та формувати надходження до бюджету.

Податок на доходи фізичних осіб є головним джерелом наповнення доходів місцевого бюджету та у структурі надходжень займає найбільшу питому вагу.

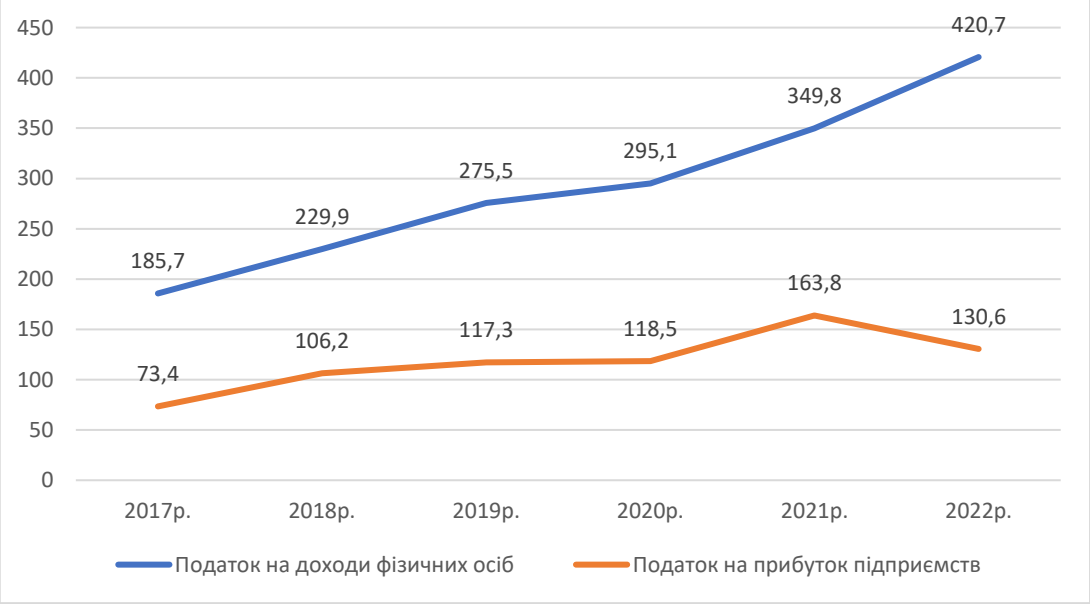


Рис. 4 Надходження ПДФО та податку на прибуток підприємств до зведеного бюджету за 2017-2022 рр., млрд грн [9]

Відповідно до представлених показників за досліджуваний період, надходження податку на доходи фізичних осіб зросли у 2,3 рази (235 млрд грн) із-за підвищення розміру мінімальної заробітної плати більше ніж у двічі.

Податок на прибуток за 2022 рік порівняно із 2021 роком скоротився на 38,2 млрд грн. Серед основних причин - сповільнення економічної активності суб'єктів господарської діяльності.

Військовий збір – це податок, який був введений 2014 року для фінансування Збройних сил. Цим податком обкладаються доходи фізичних осіб на території України. Ставка військового збору становить 1,5% від нарахованої заробітної плати.

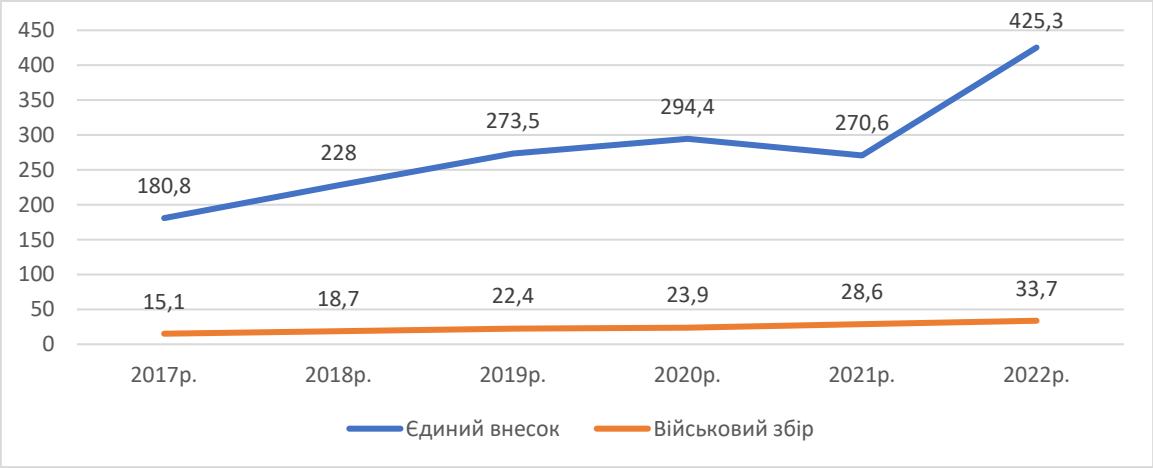


Рис. 5 Надходження військового збору та єдиного внеску до бюджету за 2017-2022 рр., млрд грн

Відповідно до зазначених показників (рис. 5) ми бачимо, що за незмінної ставки у 1,5 % надходження військового збору зросли у 2,2 рази: із 15,1 млрд грн у 2017 році до 33,7 млрд грн у 2022 році.

Борг із військового збору до державного бюджету на 1 січня 2023 року, порівняно з 2020 роком, збільшився на 94,7 млн грн (із 278 до 372 млн гривень). Причиною стала несплата платниками військового збору, нарахованого на самостійно задекларовані доходи, згідно з поданими податковими деклараціями. Внаслідок списання боргу до держбюджету не надійшло 37,5 млн грн.

Аудит Рахункової палати засвідчив, що 2022 року військовий збір сплатили понад 760 тис. юридичних осіб та фізичних осіб - підприємців, а також майже 311 тис. фізичних осіб - підприємців за результатами річного декларування. У порівнянні з 2019 роком кількість перших знизилась на 18 %, других – на 32 %. Серед причин: призупинення діяльності суб'єктів господарювання через військову агресію Росії проти України та тимчасову окупацію окремих територій, а також скорочення кількості громадян, які зобов'язані подавати декларації про майновий стан та доходи.

Надходження єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування 2022 року становили 425,3 млрд грн, що на 76,2 млрд грн, або на 21,8 % більше ніж 2021 року.

Провівши аналіз статистичної звітності, можна дійти висновку, що надходження до бюджету всіх видів податків, зборів і платежів щорічно збільшується і все це пов'язано з рядом позитивних дій ДПС, одним з яких є підвищення якості аудиту, які здійснюють органи ДПС.

Одночасно роботу ДПС зосереджено на підвищенні якості матеріалів перевірок, проведенні комплексних заходів (направлення оглядових листів, проведення нарад у режимі відеоконференцзв'язку, заслуховувань безпосередніх виконавців, навчань працівників, інформування платників з важливих питань) для унеможливлення бездоказових тверджень в актах перевірок та необґрунтованих рішень.

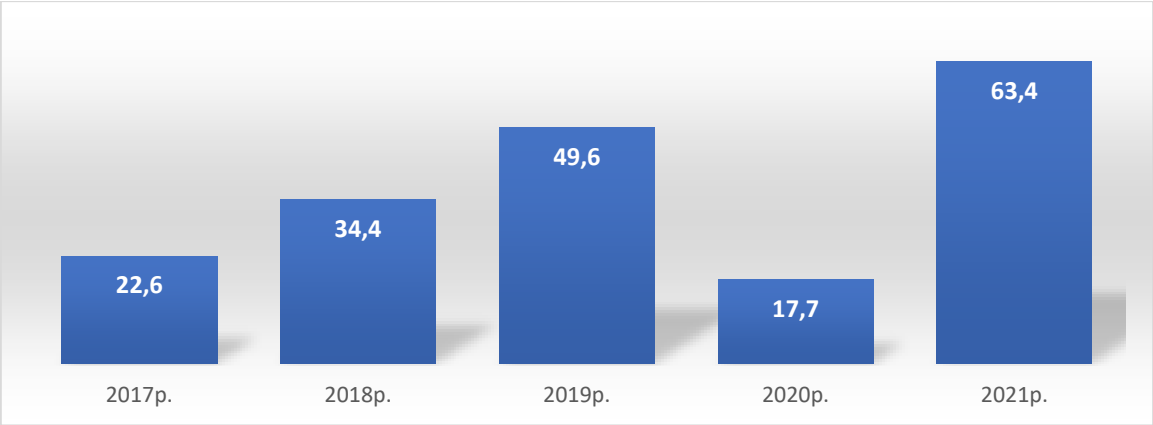


Рис. 6 За результатами перевірок донараховано до бюджету 2017-2021 рр. млрд грн

За результатами перевірок 2021 р донараховано до бюджету 63,4 млрд грн, що у 3,5 рази (45,7 млрд грн) більше порівняно з 2020 р.

З 18 березня 2020 року і до кінця року тривав законодавчо встановлений мораторій на проведення документальних та фактичних перевірок, крім фактичних перевірок у частині обігу підакцизної групи товарів, документальних перевірок з питань декларування ПДВ, припинення (ліквідації) суб'єктів господарювання та на звернення платників податків.

Такі обмеження значно вплинули на баланс як кількості контрольно-перевірочних заходів, так і донарахованих та узгоджених сум грошових зобов'язань.

В Україні на 2017-2020 роки відповідно до загальноєвропейських принципів належного управління SIGMA/OECD була розроблена Стратегія реформування системи управління державними фінансами (СУДФ), однак не все із запланованого цією Стратегією вдалось реалізувати, виникли нові виклики, частина завдань втратили актуальність. Тому був підготовлений проєкт оновленої Стратегії реформування СУДФ на 2020-2024 роки та проєкт Плану заходів з її реалізації.

Одним із завдань та поставленої мети цієї Стратегії була побудова сучасної податкової системи, що забезпечує рівність усіх платників податків перед законом та досягнення стратегічних цілей сталого економічного розвитку.

Оцінка досягнення результату за цим напрямком вимірюється за такими показниками:

- підвищення місця за показником «Оподаткування» у рейтингу Світового Банку «*Ведення бізнесу» (*Doing Business);
- підвищення рівня добровільного подання податкових декларацій;
- збільшення частки податкових декларацій, поданих за допомогою електронних сервісів ДФС;
- підвищення рівня задоволеності платників податків послугами ДФС за результатами періодичних опитувань;
- зниження податкового навантаження [7].

Основні напрями реформи оподаткування будуть визначені виходячи з реалій посткарантинного періоду, військової агресії Росії проти України та пріоритетів і цілей нового уряду, визначені в Угоді про Асоціацію. Разом з тим, вже існують зобов'язання щодо внесення змін до податкового законодавства, а в проєкті Стратегії реформування СУДФ на 2020-2024 роки передбачено зміни в частині екологічного податку, податку на нерухоме майно (земельних ділянок), акцизного оподаткування.

Подальші кроки з підвищення якості та ефективності податкового адміністрування та обслуговування платників податків нерозривно пов'язані із завершенням реформування ДПС, розвитком електронних сервісів для клієнтів податкових органів, зменшення кількості часу, який витрачається платниками податків на підготовку та подання податкової звітності згідно вимог Doing business, та виконанням інших заходів, передбачених, зокрема, Планом заходів щодо реалізації концептуальних напрямів реформування системи органів, що реалізують державну податкову політику.

Беручи до уваги чутливість малого бізнесу щодо питань, пов'язаних із спрощеною системою оподаткування, кардинальні законодавчі зміни спрощеної системи оподаткування не ухвалювалася. Разом з тим, удосконалення спрощеної системи оподаткування відбувалося шляхом внесення змін до положень Податкового кодексу, що регулюють платників єдиного податку в частині використання РРО, а також доповнення деяких норм, що регулюють платників єдиного податку четвертої групи [7].

Отже, на нашу думку, основними напрямками вдосконалення податкової системи в Україні є:

- створення прозорої та спрощеної податкової системи, зменшення числа податків, внесення ясності у податкове законодавство, видалення надлишкових винятків та пільг;

- впровадження ІТ-рішень, автоматизація процесів, збільшення прозорості, взаємодії з платниками;

- посилення боротьби з тіньовою економікою, що дасть змогу розширити податкову базу та зменшити навантаження на чесних платників;

- підвищення рівня податкової культури та освіти серед населення та бізнесу.

Обговорення отриманих результатів. Під час проведення аналізу податкової системи було встановлено, що надходження до Зведеного бюджету більше у 1,5 раза ніж до Державного, таке значне розходження спостерігалося у 2021-2022 рр. Загалом доходи за досліджуваний період до Зведеного бюджету зросли на 29,8 %. Встановлено, що 2021 року надходження по митних платежах зросли порівняно з попереднім роком на 35,2 %. Також 2022 року надходження по зазначених платежах навпаки зменшились на 37,9 %, такі зміни відбулися у зв'язку з повномасштабним вторгненням та його наслідками, запровадження пільг з ПДВ для енергоносіїв, енергетичного обладнання та товарів військового призначення. Визначено, що надходження від ПДВ та акцизного податку за 2017-2021 рр. зросли на 71,9 % (132 млрд грн) та 66,1 % (42,2 млрд грн) відповідно. Встановлено, що податок на доходи фізичних осіб за досліджуваний період зріс у 2,3 рази (235 млрд грн) із-за підвищення розміру мінімальної заробітної плати більше ніж у 2 рази. Податок на прибуток зріс на 77,9 %, а порівняно з 2021 р. зменшився на 20,3 % у зв'язку зі сповільненням економічної активності суб'єктів господарської діяльності. Стосовно надходжень військового збору та єдиного внеску спостерігається зростання з 2017 р. до 2022 р., у 2,3 та у 2,2 рази відповідно. Причиною стало збільшення розміру мінімальної заробітної плати. Отже, підсумовуючи можна дійти висновку, що надходження до бюджету всіх видів податків, зборів і платежів щорічно збільшується і все це пов'язано з рядом позитивних дій ДПС, одним з яких є підвищення якості аудиту, які здійснюють органи ДПС. За результатами перевірок ДПС у 2021 р донараховано до бюджету 63,4 млрд грн, що у 3,5 рази (45,7 млрд грн) більше порівняно з 2020 р.

Висновки: Реформа податкової системи – це складний процес, що вимагає врахування багатьох факторів. Однак правильно сплановані зміни можуть стимулювати економічне зростання та збільшити доходи бюджету.

Підбиваючи підсумки, необхідно констатувати, що є ряд проблем в сучасній податковій системі України, це і складність та неузгодженість податкового законодавства, нестабільність норм щодо оподаткування, надмірне

податкове навантаження з боку контролюючих органів та постійні конфлікти між контролюючими органами та платниками податків, дублювання повноважень контролюючих органів, відсутність реальних пільг для стимуляції ведення господарської діяльності, відсутність механізму залучення іноземних інвестицій тощо.

Бажання України приєднатися та стати повноправним членом Європейського Союзу зумовлює необхідність провести роботу щодо гармонізації вітчизняної податкової системи до норм Європейського Союзу.

Однак низка важливих завдань вже реалізована в податковій сфері, а саме:

- розпочатий процес реформування податкової служби, зокрема забезпечено функціонування нової ДПС, організаційна структура якої відтепер побудована за функціональними напрямами, оновлено керівництво центрального апарату та територіальних органів ДПС;

- запроваджено відшкодування ПДВ в автоматичному режимі за єдиним електронним реєстром, запущений механізм призупинення реєстрації податкових накладних з ознаками фіктивності;

- розширений перелік онлайн послуг для платників податків, доступних в Електронному кабінеті, створено єдиний реєстр індивідуальних податкових консультацій;

- розпочато імплементацію основних положень Мінімального стандарту плану дій BEPS та ратифіковано міжурядову українсько-американську Угоду щодо застосування положень FATCA.

References

1. Zvit pro vykonannia Stratehii reformuvannia systemy upravlinnia derzhavnymy finansamy za period liutyi 2017 r.- hruden 2019 r.

2. Zvity reitynhu Doing business 2016-2020.

3. Zvit pro vykonannia Planu roboty Derzhavnoi fiskalnoi sluzhby Ukrainy na 2016 rik.

4. Zvit Derzhavnoi fiskalnoi sluzhby Ukrainy za 2017 rik.

5. Zvit Derzhavnoi fiskalnoi sluzhby Ukrainy za 2018 rik.

6. Popova V. V. Udoskonalennia strukturno-orhanizatsiinoi modeli podatkovoi polityky v umovakh yevrointehratsii. Ekonomika. Finansy. Pravo. 2016. Vyp.11. p. 15-18.

7.Ministerstvo finansiv Ukrainy URL: https://mof.gov.ua/uk/news/minfin_ verkhovna_rada_ukraini_

8. Biznes Tsenzor. Ukraina i Turechchyna domovylys pro spivpratsiu u podatkovii ta mytnii sferakh URL:: https://biz.censor.net/n3313989

9. Minfin URL: index.minfin.com.ua

L. V. Kostyuk[1], S. V. Loiko[2]
[1]Malyn Vocational College, v. Hamarnya, Zhytomyr Region, Ukraine

TAX SYSTEM IN UKRAINE: STATUS AND DIRECTIONS FOR IMPROVEMENT

In the conditions of a market economy, taxes reproduce redistributive mechanisms for the implementation of financial relations. The tax system as a set of taxes, fees, and other mandatory payments should harmoniously combine both fiscal and regulatory properties of taxation. The state of the tax system in Ukraine, as in many other countries, is the subject of constant discussions and changes. The Ukrainian tax system is sometimes criticized for its excessive complexity and numerous exemptions, which complicate tax planning and administration.

The article examines and researches the activities of the State Tax Service of Ukraine (SST), which is the central body of the executive power and implements the state tax policy and is aimed at ensuring the fulfillment of tasks related to the receipt of payments to budgets, improvement of the taxation system, etc.; analyzed agreements and memoranda with foreign countries regarding the improvement of the tax system in Ukraine, therefore it is formally possible to state that the tax system of Ukraine is gradually approaching world fiscal standards.

The state of the tax system of Ukraine for the period from 2017 to 2022 has been studied and analyzed, the shortcomings and problems of the mechanism of filling the state budget with taxes, directions for improving the tax system in Ukraine have been identified. Income to the consolidated and state budgets was studied, attention was drawn to a significant reduction in customs payments in 2022 in connection with value-added tax benefits for energy carriers, energy equipment and military goods. The analysis of the receipt of indirect taxes to the budget was carried out and the justification of the increase in the excise tax was carried out. The receipt of direct taxes in the form of personal income tax and corporate income tax is highlighted. In order to ensure the financing of measures to increase the state's defense capability, a military levy was introduced in Ukraine, the income of which is investigated in the article.

Key words: *Taxes, fees, tax system of Ukraine, budget, tax reform, tax legislation, State Tax Service, European integration.*

Ознайомитись з порядком оформлення та подання публікацій до редакційної колегії «Вісника Малинського фахового коледжу» можна на сайті коледжу:
http://surl.li/czjyh

ВІСНИК
МАЛИНСЬКОГО ФАХОВОГО КОЛЕДЖУ

ВИПУСК 2

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
(Серія ЖТ, № 368/745Р від 31.12.2021 р.)