УКРАЇНСЬКИЙ ОРДЕНА «ЗНАК ПОШАНИ» НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ
ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА ТА АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЇ
ім. Г. М. ВИСОЦЬКОГО

ISSN 1026-3365
eISSN 2663-4147

ЛІСІВНИЦТВО І АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ

Збірник наукових праць
Заснований у 1965 р.
ВИПУСК 135



Харків – УкрНДІЛГА
2019

УДК 630.1+630.2+630.4
ББК 43.4
Л 50

Головний редактор	д-р с.-г. наук, проф.	В. Л. Мєшкова
Заступник головного редактора	канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	Н. Ю. Висоцька
Відповідальний секретар	канд. фіз.-мат. наук	І. В. Оболоник

Редакційна колегія:

д-р с.-г. наук, старш. наук. співроб.	А. М. Білоус
канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	І. Ф. Букша
канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	В. П. Ворон
д-р с.-г. наук, проф.	Ю. І. Гайда
канд. с.-г. наук, доцент	К. В. Давиденко
канд. с.-г. наук, доцент	В. О. Крамарець
д-р біол. наук, проф.	Г. Т. Криницький
канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	С. А. Лось
д-р с.-г. наук, проф.	О. С. Мігунова
д-р с.-г. наук, проф.	В. П. Пастернак
канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	О. М. Тарнопільська
д-р с.-г. наук, проф., член-кор. НААН	В. П. Ткач
д-р с.-г. наук, проф.	В. В. Усеня (Республіка Білорусь)
канд. с.-г. наук, старш. наук. співроб.	І. М. Усцький
д-р габ., проф.	Юстина Новаковська (Польща)
PhD	Дайва Бурокієне (Литва)
PhD	Сергій Бойко (Польща)

Адреса редакційної колегії: 61024, Харків, вул. Пушкінська, 86, УкрНДІЛГА.
Тел. 8-057-707-80-01, e-mail: Valentynameshkova@gmail.com; obolonik@uriffm.org.ua

Рекомендовано до друку рішенням Ученої ради УкрНДІЛГА, протокол № 11 від 26 грудня 2019 р.

Л 50 **Лісівництво і агролісомеліорація**. – Х.: УкрНДІЛГА, 2019. – Вип. 135. – 214 с.

Наведено результати досліджень із питань лісівництва, лісознавства, лісовирощування та лісорозведення, агролісомеліорації, лісової ентомології, фітопатології, моніторингу, радіології, селекції деревних порід. Для науковців і спеціалістів лісового господарства, викладачів і студентів вищих навчальних закладів.

Forestry and Forest Melioration. − Kharkiv: URIFFM, 2019.− Iss. 135. – 214 p.

Results of investigations on forestry, forest science, forest breeding and growing, forest melioration, forest entomology, phytopathology, monitoring, radiology are presented. For researchers and specialists of forestry, teachers and students of higher educational establishments.

Свідоцтво про державну реєстрацію Серія КВ № 15588-4060Р від 12.08.2009
Збірник є фаховим з галузі
сільськогосподарські науки: наказ Міністерства освіти і науки України № 1328 від 21.12.2015

ББК 43.4

ISSN 1026-3365
eISSN 2663-4147

©Український ордена «Знак Пошани» науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, 2019

ЛІСІВНИЦТВО

УДК 630.235.6

https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.3

М. М. ВЕДМІДЬ[1], А. М. ЖЕЖКУН[2], О. К. ПОЛЯКОВ[1], І. В. ПОРОХНЯЧ[2], А. С. ПОГОРЄЛОВ[1]

РІСТ ДЕРЕВ ГОЛОВНИХ ПОРІД НА ДІЛЯНКАХ РЕКОНСТРУКЦІЇ МАЛОЦІННИХ МОЛОДНЯКІВ КОРИДОРНИМ СПОСОБОМ

[1]Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва
[2]ДП «Новгород-Сіверська лісова науково-дослідна станція»

Одним із важливих лісогосподарських заходів для відтворення корінних, продуктивних, стійких і довговічних деревостанів є реконструкція похідних та малоцінних деревостанів. Для заміни малоцінних і похідних молодняків на цільові проводять реконструктивні рубки та заходи, пов'язані зі штучним відновленням лісу. Розглянуто особливості росту дерев сосни звичайної, ялини європейської, дуба звичайного, ясена зеленого на ділянках реконструкції малоцінних молодняків коридорним способом. Визначено параметри поточного приросту за висотою дерев головних порід протягом 10-річного періоду після реконструкції залежно від деревного виду, ширини та напрямків коридорів, методу створення лісових культур, що ростуть у коридорах реконструйованих малоцінних молодняків до та після проведення рубок догляду. Визначено санітарний стан дерев головних порід і надано пропозиції для проведення наступних лісогосподарських заходів. Вивчено вплив освітленості, температури повітря, вологості та щільності ґрунту на стан і показники росту дерев головних порід.

Ключові слова: реконструкція, коридорний спосіб, малоцінні молодняки, головні породи, приріст за висотою.

Вступ. Важливим лісогосподарським заходом для відтворення корінних деревостанів, що найповніше виконують захисні, водоохоронні, оздоровчі та інші корисні функції, є реконструкція малоцінних молодняків і похідних деревостанів. Рубки, пов'язані з реконструкцією таких насаджень, проводять із метою забезпечення належного використання потенціалу лісорослинних умов, підвищення продуктивності, стійкості та довговічності, виконання захисних та середовищетвірних властивостей лісостанів (Lisovyy kodeks Ukrayiny 2006, Pravyla polipshennya 2007).

Похідні та малоцінні деревостани утворюються після проведення суцільних рубок корінних деревостанів або внаслідок впливу інших антропогенних і стихійних природних чинників. Загальна площа похідних деревостанів дібров державних лісогосподарських підприємств Лівобережної України становить понад 360 тис. га, або 70 % від площі дібровних типів лісу (Vedmid & Zhezhkun 2014). У лісовому фонді державних лісогосподарських підприємств поліської частини Чернігівської та Сумської адміністративних областей похідні деревостани сугрудового комплексу типів лісу поширені на площі понад 36 тис. га. За останні десятиріччя значні обсяги похідних і малоцінних деревостанів утворилися в поліському регіоні на деградованих і малопродуктивних ділянках, виведених із сільськогосподарського користування.

Для трансформації малоцінних молодняків та похідних деревостанів у цільові цінні насадження проводять реконструктивні рубки та заходи, пов'язані зі штучним відновленням лісу (Pravyla polipshennya 2007). Коридорним способом реконструкції лісові культури цінних порід створюють у вирубаних коридорах, поміж куліс залишеного малоцінного молодняку. Для забезпечення належної збережуваності, успішного росту дерев цінних порід та для того, щоб запобігти пригніченню кронами дерев і чагарників куліс, потрібні відповідні лісівничі заходи.

Важливими показниками для оцінювання лісівничої ефективності реконструкції малоцінних молодняків і похідних деревостанів є визначення особливостей росту та життєздатності дерев головних порід. У похідних і малоцінних молодняках дібров Лівобережного Лісостепу інтенсивність росту дерев дуба звичайного залежить від ширини та напрямків коридорів, методів створення лісових культур, віку садивного матеріалу, способів

обробітку ґрунту тощо (Vedmid & Zhezhkun 2014). Наразі актуальним є вивчення результатів реконструкції, визначення показників росту дерев головних порід у похідних та малоцінних молодняках поліського регіону.

Метою роботи було вивчення особливостей росту дерев головних порід після проведення реконструкції малоцінних молодняків коридорним способом.

Матеріали й методи. Дослідні реконструктивні рубки проведено в малоцінних осикових та березових молодняках ДП «Семенівське ЛГ» Чернігівського обласного управління лісового та мисливського господарства та ДП «Новгород-Сіверська ЛНДС» упродовж 2005–2012 рр. Ширина коридорів становила 4–6 м (1,0–2,0 середньої висоти деревостанів). Напрямок коридорів – широтний або меридіанний. Поміж коридорами залишено куліси завширшки 4–6 м. У коридорах прокладали 1–2 борозни плугами ПКЛ–70, ПЛ 75–15, які агрегатували з тракторами МТЗ 82, МТЗ 1221, та створювали лісові культури (Zhezhkun 2013).

На ділянці № 1 (кв. 19, вид. 29 Семенівського лісництва ДП «Семенівське ЛГ», площа 1,0 га) в коридорах 3-річного осичника вологого грабово-дубово-соснового сугруду, що утворився внаслідок природного відновлення після суцільної рубки головного користування, навесні 2006 р. висаджували під меч Колесова 1-річні сіянці сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), 2-річні сіянці дуба звичайного (*Quercus robur* L.), ялини європейської (*Picea abies* (L.) Karst.), ясена зеленого (*Fraxinus lanceolata* Borkh.). У коридори завширшки 4 м висаджено два ряди культур (секція 1), а завширшки 6 м – три ряди (секція 2). Під час створення лісових культур враховували певну мозаїчність рельєфу. Найвищі місцеположення із супіщаними відмінами ґрунтів засаджували сосною звичайною. Рівнинні місцеположення та пологі схили западин, які могли підтоплювати ґрунтові води, засаджували дубом звичайним та ялиною європейською. Замкнуті пониження та протічні низовини, які піддаються затопленню, засаджували ясенем зеленим та вільхою чорною (*Alnus glutinosa* Gaertn.). Розміщення садивних місць у коридорах – 2,0 × 0,7 м, загальна густота культур – 3570 шт·га$^{-1}$ (Zhezhkun et al. 2011).

На ділянці № 2 (кв. 31, вид. 17 Слобідського дослідного лісництва ДП «Новгород-Сіверська ЛНДС», площа 0,9 га) навесні 2013 р. у шестиметрові коридори, утворені в 12-річному березняку свіжої кленово-липової судіброви, висаджували один-два ряди 2-річних сіянців дуба звичайного або висівали жолуді. Березовий молодняк сформувався після природного залісення ділянки колишньої ріллі. Розміщення садивних (висівних) місць у коридорах – 2,0 × 0,5 м. Початкова густота культур – 1818–3636 шт·га$^{-1}$. У кожну лунку висівали 2–3 жолуді. За культурами в коридорах проводили регулярні агротехнічні та лісівничі догляди.

На дослідних ділянках закладено постійні пробні площі (ППП) згідно з методикою, прийнятою у лісовій таксації та лісовпорядкуванні (Ploshchi probni 2007). На кожній ППП здійснювали перелік дерев за видами, ступенями товщини, та вимірювали їхні висоти. Санітарний стан дерев визначали на підставі вимог Санітарних правил в лісах України (Sanitarni pravyla 2016). У процесі обробки польових матеріалів на ППП визначали склад, вік, середню висоту, середній діаметр, повноту, кількість дерев, запас деревостанів. Для визначення особливостей росту дерев відбирали модельні дерева (Anuchin 1982). На підставі аналізу модельних дерев визначали поточний річний приріст за висотою дерев головних і другорядних порід.

У процесі росту та розвитку лісових культур відбувається пригнічення дерев головних порід залишеними кулісами. Освітленість дерев головних порід визначали люксметром «ТКА-Люкс». За методикою Ю. Л. Цельникер (Tselniker 1969) у серпні, коли спектральний склад світла є постійним, із 8 до 18 години через кожні 2 години проводили вимірювання освітленості над кронами, у середині крон дерев головних порід, під кронами, над живим надґрунтовим покривом. У місцях, де визначали освітленість, також проводили вимірювання температури повітря електронним термометром. У парних ґрунтових розрізах, які закладали

у коридорах і кулісах, за генетичними горизонтами визначали вологість ґрунту електронним термометром «Волога Мікс» та щільність ґрунту – електронним щільноміром Wile Soil.

Результати та обговорення. На ділянці № 1 за перший рік після реконструкції приживлюваність культур дуба, ялини та ясена становила 93–97 %. Внаслідок пошкодження кореневої системи деревець личинками хрущів приживлюваність культур сосни становила 73 %. Деревця дуба та ясена були ослаблені внаслідок пошкодження весняними заморозками та дикими тваринами. У 3-річному віці приживлюваність культур сосни становила 67 %, інших порід – 82 %. Середня висота 3-річних культур сосни становила 0,52 м. Культури ялини у чотириметрових коридорах мали середню висоту 0,55 м, а у шестиметрових – 0,45 м. У дуба, навпаки, середня висота була на 37 % більшою у ширшому коридорі.

Стан дубових культур найбільшою мірою залежить від здійснених агротехнічних доглядів. Так, на підвищених ділянках рельєфу, де в міжряддях проводили викошування трав'яної та чагарникової рослинності, дуб у культурах мав вищу життєздатність та збережуваність. У понижених місцях, де викошування в міжряддях і догляд у ряду проведено неякісно, він значно відставав у рості. Поміж чотирьох порівняних порід ясен зелений мав найгірші показники росту. Варто зазначити, що за обстеженням, проведеним влітку 2010 р., крони другорядних деревних і чагарникових порід у кулісах за наступні 5 років після реконструкції збільшили свої розміри. В окремих місцях крони ліщини звичайної (*Corylus avellana* L.) майже зімкнулися, що призвело до пригнічення дерев головних порід. Тому у ліщинниках розширення коридорів (за початкової ширини 4 м) потрібно проводити через 4 роки.

Навесні 2011 р. проведено рубку догляду (освітлення). Ширину коридорів розширено на 2 м: на секції 1 – до 6 м, на секції 2 – до 8 м. Між коридорами залишили куліси завширшки 2 та 4 м відповідно.

Пригнічення культур у минулі роки погіршувало їхню життєздатність, а в окремих місцях призводило до відпаду. Санітарний стан дерев сосни звичайної (станом на 09.09.2011) був ослабленим (середня категорія І,73–І,83), що пояснюється вибагливістю цієї породи до світла. Дерева ясена зеленого теж відзначалися деякою ослабленістю (І,50–І,84) в результаті затінення та пошкодження заморозками у минулі роки. Дерева дуба звичайного були частково також дещо ослабленими (середня категорія санітарного стану – І,63). У дуба 46 % дерев не мали ознак ослаблення. Переважна кількість дерев ялини європейської також не мали ознак ослаблення, але в цієї породи виявлено поодинокі відмерлі дерева як наслідок посушливого вегетаційного періоду 2010 р.

Навіть після розширення коридорів залишені куліси характеризуються високою густотою (7714 шт·га$^{-1}$). Повнота становить 0,68, що вказує на необхідність розрідження в наступні 3–5 років. У складі переважає осика (*Populus tremula* L.), наявна значна частка ліщини звичайної (21 % запасу). Супутні породи (клен гостролистий, липа дрібнолиста) сприятимуть формуванню мішаного широколистяно-хвойного деревостану.

На час обстежень 6-річні культури сосни досягли у коридорах середньої висоти 0,95–1,16 м (табл. 1). Окремі особини вже досягли висоти 1,94 см, але в 2–3 рази поступаються за середньою висотою екземплярам осики, клена гостролистого та ліщини звичайної.

Дерева ялини європейської в 6-річному віці мали дещо більшу середню висоту (1,02–1,24 м), ніж екземпляри сосни звичайної. Дерева ясена зеленого поступалися за середньою висотою всім культивованим породам і були їм підгоном у рядах. Кращі показники за середньою висотою відзначено в дерев дуба звичайного (1,46 ± 0,131 м). Окремі дерева культур дуба в 6-річному віці вже досягли майже 3 м.

У порівнянні з попереднім роком дерева сосни звичайної та ялини європейської дещо зменшили поточний приріст за висотою в 2011 р. (на 1–7 см), що пояснюється зміною локальних екологічних умов після розрідження молодняку та розширення коридорів. Натомість дерева дуба звичайного та ясена зеленого збільшили приріст за висотою.

Найбільший приріст виявлено в особин дуба звичайного. Окремі особини мали подвійні термінальні пагони, а максимальний приріст за висотою сягав 70 см.

Таблиця 1

Висота лісових культур на ділянці реконструкції в кв. 19 Семенівського лісництва

Коридор	Порода	Кількість дерев, шт.	Висота, м		
			Максимальна	Мінімальна	Середня
1	Сз	41	1,94	0,54	1,16 ± 0,057
	Ялє	12	1,92	0,60	1,24 ± 0,11’
2	Сз	12	1,90	0,38	0,95 ± 0,116
	Ялє	40	1,64	0,50	1,02 ± 0,045
3	Ялє	51	2,51	0,45	1,19 ± 0,059
4	Язл	19	1,54	0,38	0,76 ± 0,060
	Ялє	17	2,10	0,64	1,22 ± 0,099
	Дз	24	2,95	0,51	1,46 ± 0,131

Примітка: Сз – сосна звичайна, Ялє – ялина європейська, Дз – дуб звичайний, Язл – ясен зелений.

Ширина проекції крони дерев 6-річних культур становила в середньому для сосни 59 см, ялини – 58–82 см. Майже у половини дерев культур вже відбулося зімкнення крон у рядах. У коридорах відновилася злакова рослинність та з’явилася поросль клена гостролистого, ліщини звичайної, липи дрібнолистої.

У 2014 р. на ділянці проведено рубку догляду (освітлення) з вилученням небажаних дерев, що затіняли головні породи. Інтенсивність рубки становила 18 $м^3 \cdot га^{-1}$ (34 % за запасом). Після проведення рубки ширина куліс у колишніх чотириметрових коридорах становила близько 1,0 м, у шестиметрових – 1,5–2,0 м.

Загальна густота життєздатних дерев насадження через 10 років після реконструкції становить 4757 $шт. \cdot га^{-1}$, із них 63,7 % дерев – у коридорах (табл. 2). У складі деревостану коридорів переважає ялина європейська (74 %). Частка сосни звичайної в складі становить лише 22 %, дуба звичайного – менше ніж 5 %, а ясена зеленого – менше ніж 1 % від запасу деревостану. У кулісах кількість дерев осики та клена гостролистого є однаковою – по 786 $шт. \cdot га^{-1}$, запас деревини є дещо вищим у осики – 15,57 $м^3 \cdot га^{-1}$ проти 14,00 $м^3 \cdot га^{-1}$ у клена. Дерева ясена зеленого, берези повислої (*Betula pendula* Roth.) та дуба звичайного паросткового походження в кулісах трапляються поодиноко. Середня висота дерев переважаючої породи – осики – перевищувала відповідні показники головних порід: дуба звичайного – на 5 м (57,5 %), ялини європейської – на 6 м (69,0 %), сосни звичайної – на 6,3 м (72,0 %), ясена зеленого – на 6,4 м (73,6 %).

Середній періодичний приріст за запасом дерев головних порід у коридорах становив упродовж 2012–2015 рр.: ялини європейської – 2,01 $м^3 \cdot га^{-1}$, сосни звичайної – 0,59 $м^3 \cdot га^{-1}$, дуба звичайного – 0,07 $м^3 \cdot га^{-1}$, ясена зеленого – 0,02 $м^3 \cdot га^{-1}$. Різні показники приросту за запасом пояснюються неоднаковою густотою дерев та їхніми морфометричними характеристиками.

За 10 років після реконструкції порівняно кращим санітарним станом і морфометричними параметрами вирізнялися лісові культури дуба звичайного (середня категорія І,48). Найгірший стан життєздатності мали дерева сосни звичайної (середня категорія ІІІ,06). Лише в культурах сосни траплялися сухостійні екземпляри поточного (2,1 %) та минулих (6,4 %) років. Середні категорії санітарного стану культур ялини європейської та ясена зеленого були приблизно однаковими – 1,71 та 1,60 відповідно.

Таким чином, найкращі таксаційні характеристики через 10 років після реконструктивних заходів у $С_З$-гдС у коридорах реконструктивної рубки (ширина коридорів 4 м) мали культури дуба звичайного, найгірші – культури сосни звичайної. Культури ялини європейської та ясена зеленого також визначалися добрим станом та відсутністю відмерлих особин. Внаслідок кращої освітленості середній діаметр та середня висота культур дуба

звичайного у шестиметрових коридорах були на 35,4 та 31,9 % відповідно більшими, ніж такі показники культур у чотириметрових коридорах.

Таблиця 2

Лісівничо-таксаційні показники деревостану в перерахунку на 1 га у кв. 19 вид. 29 Семенівського лісництва в кулісах та коридорах

Порода	Склад, одиниць	Вік, років	Середні		Повнота		Густота, шт.	Запас, $м^3$
			діаметр, см	висота, м	абсолю-тна, $м^2$	відносна, одиниць		
У коридорах								
Сз	2,2	10	2,3	2,4	0,27	0,06	614	6,44
Ялє	7,4	10	2,6	2,7	0,91	0,19	1629	22,08
Язл	Од.	10	1,6	2,3	0,08	0,02	357	0,20
Дз	+	10	2,6	3,7	0,20	0,03	357	0,76
Бп	Од.	4	1,1	1,3	–	–	57	0,02
Дз	Од.	10	6,0	6,1	0,04	-	14	0,16
Разом	*10*	–	–	–	*1,50*	*0,30*	*3028*	*29,66*
Сз (сух)	10,0	Х	2,1	2,3	0,02	0,01	57	0,51
У кулісах								
Ос	5,3	13	7,3	8,7	3,32	0,14	786	15,57
Клг	4,7	13	7,0	6,8	3,01	0,25	786	14,00
Бп	Од.	13	2,0	2,1	0,02	0,01	57	0,06
Язл	Од.	13	2,8	3,8	0,05	0,01	86	0,22
Дз	Од.	13	-	0,5	–	–	14	-
Разом	*10*	*13*	–	–	*6.40*	*0,41*	*1729*	*29,85*
Усього	10	–	–	–	7,90	0,71	4757	59,51

Примітка. Сз – сосна звичайна, Ялє – ялина європейська, Язл – ясен зелений, Дз – дуб звичайний, Бп – береза повисла, Ос – осика, Клг – клен гостролистий.

За результатами аналізу ходу росту за висотою модельних дерев головних порід визначено, що дерева ясена зеленого мали найменші показники поточного річного приросту (14,5–20,5 см) (рис. 1). Дерева усіх головних порід до 2010 р. визначалися збільшенням середнього річного приросту за висотою. У 2010 р. посуха призвела до погіршення умов для закладання термінальної бруньки в дерев сосни та ялини, внаслідок чого поточний річний приріст за висотою в наступному році у цих порід зменшився. Збільшенням поточного річного приросту за висотою у 2011 р. відзначалися листяні породи – ясен зелений і дуб звичайний. Поточний річний приріст за висотою дерев дуба істотно перевищив цей показник за 2010 рік. Вже в наступних 2012 та 2013 рр. показники річного приросту за висотою в дерев дуба почали зменшуватися, а в сосни та ялини – навпаки – збільшуватися.

У 2014 р. знову визначено істотне зниження приросту дерев ялини європейської за висотою. Значення поточного річного приросту знизилося з 25,8 см (2014 р.) до 12,7 см (2015 р.). Це пов’язане з проведенням освітлення високої інтенсивності, що мало негативний вплив на ріст тіньовитривалих дерев ялини протягом останніх двох років.

Світлолюбні дерева сосни звичайної найкраще прореагували на проведення рубок догляду на ділянках реконструкції. Так, після освітлення у 2011 р. (інтенсивність 50 %) показник приросту дерев сосни за висотою збільшився з 22,0 см (2011 р.) до 42,4 см (2013 р.). Показник поточного річного приросту за висотою збільшувався і після освітлення 2014 р. з 42,2 см (2014 р.) до 45,5 см (2015 р.).

Дерева дуба звичайного мали сповільнені темпи росту після проведення освітлення 2011 р., що пов’язане з адаптуванням до різких змін умов освітлення, які склалися після проведення рубки догляду дуже високої інтенсивності (50 %). Проте після проведення освітлення 2014 р. інтенсивністю 34 % приріст за висотою дерев дуба звичайного збільшився з 27,1 см (2014 р.) до 30,0 см (2015 р.).

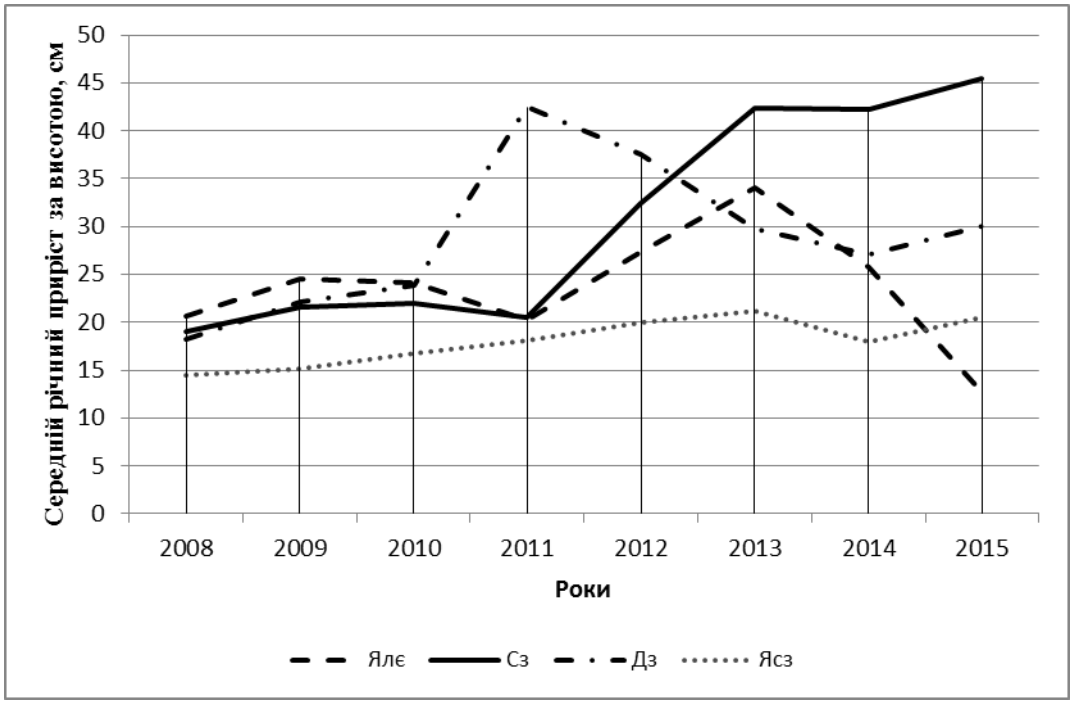


Рис. 1 – Динаміка приростів за висотою модельних дерев головних порід у кв. 19 вид. 29 Семенівського лісництва

За результатами аналізу ходу росту 9-річних модельних дерев, відібраних у залишених кулісах, встановлено, що показник річного приросту за висотою у дерев осики коливався в межах 0,6–1,2 м за рік. Проведення рубок догляду в 2011 та 2014 рр. мало певний позитивний вплив на їхній ріст за висотою (збільшення приросту на 30–50 см). Дерева осики в 2 рази перевищували за показниками річного приросту за висотою дерева головних порід у коридорах реконструктивної рубки.

Життєздатність дерев головних порід, введених під час реконструкції, особливості їхнього росту та розвитку залежать від дії екологічних факторів. До найбільш істотних серед них належать освітленість, температура повітря, вологість і фізико-механічні властивості ґрунту. Освітленість впливає на інтенсивність фотосинтезу, інші фізіологічні процеси дерев. Дерева сосни звичайної та ялини європейської, що ростуть у коридорах різної ширини, мають затінення деревними та чагарниковими породами прилеглих куліс. У коридорах формується різний температурний режим.

Вологість верхніх шарів ґрунту (0–40 см) (станом на 07.07.2015) була дещо вищою у коридорах (на 2,0–2,6 %), ніж у кулісах. У коридорах виявлено дещо більшу щільність верхніх горизонтів ґрунту (на 11–14 %), що може бути наслідком дії механізмів під час прокладання борозен. Середня вологість ґрунту в коридорах загалом є на 1,5 % більшою, ніж у кулісі (14,9 проти 13,4 %). Середня об’ємна маса ґрунту в коридорах та в кулісі була майже однаковою (1,47 та 1,43 г·см$^{-3}$ відповідно).

За шарами ґрунту як у коридорі, так і в кулісі молодняка відмічено поступове зменшення вологості зі збільшенням глибини взяття зразків. Таким чином, можемо констатувати, що влітку в коридорах ґрунт на глибині 20–100 см порівняно краще, ніж у кулісі, зберігає вологу. Це може бути наслідком більшої густоти дерев у коридорі, ніж у кулісі, та, відповідно, кращого притінення ґрунту.

За умови повної освітленості її максимум над кроною припадає на 14 год. (табл. 3). До того часу вона поступово збільшується (з 8 до 14 год.), а потім також поступово зменшується (з 14 до 18 год.).

Загальною тенденцією для всіх чотирьох модельних дерев також є зміни освітленості за місцем відносно крони: найбільшою вона є над кроною, середньою – у кроні та найменшою –

під кроною незалежно від стану хмарності неба (повне освітлення, часткове притінення або повне притінення). Освітленість над кронами освітлених дерев дуба опівдні є в 6 разів більшою, ніж у кронах. Після проходження сонячного світла через крони освітлених дерев ялини освітленість зменшується в 48 разів. У дерев сосни, що ростуть без затінення, освітленість над кронами є в 1,5 разу більшою проти частково притінених дерев, а у середині крони – є більшою лише на 1,5–38 %. Інтенсивність сонячного освітлення о 10 год. всередині крон освітлених дерев сосни становить 50,4 % від сонячного опромінення над кронами, дуба – 15,9 %, ясена – 24,2 %, ялини – 12,6 %.

Таблиця 3

Динаміка освітленості та температури повітря впродовж дня для модельних дерев на пробній площі у кв. 19 вид. 29 Семенівського лісництва

Модельне дерево	Місце вимірювання освітленості й температури повітря	Значення рівнів освітленості, тис. лк (чисельник) та температури повітря, °С (знаменник) за часом доби, год.					
		08	10	12	14	16	18
Сз, *d* = 2,5 см, *h* = 2,3 м	Над кроною	37,9 (о) / 20,0	45,0 (о) / 24,0	30,0 (чз) / 26,5	88,9 (о) / 26,0	54,9 (чз) / 25,5	37,6 (чз) / 25,0
	У кроні	19,3 (о) / 19,5	22,7 (о) / 23,5	14,0 (чз) / 25,0	16,5 (о) / 25,5	4,2 (чз) / 26,0	1,72 (чз) / 25,0
	Під кроною	6,3 (о) / 19,5	8,4 (о) / 23,3	2,4 (чз) / 24,8	2,95 (о) / 26,5	2,3 (чз) / 26,0	0,65 (чз) / 25,0
Ялє, *d* = 2,0 см, *h* = 2,4 м	Над кроною	36,2 (о) / 20,0	43,0 (о) / 24,0	48,0 (о) / 26,5	87,7 (о) / 27,5	62,0 (з) / 25,5	18,8 (чз) / 24,5
	У кроні	4,5 (о) / 19,0	5,4 (о) / 23,1	6,0 (о) / 25,0	3,21 (о) / 26,5	1,2 (з) 26,0	0,80 (чз) / 25,0
	Під кроною	0,8 (о) / 19,0	0,9 (о) / 22,8	1,0 (о) / 24,6	0,64 (о) / 26,0	0,8 (з) 26,0	0,30 (чз) / 25,0
Дз, *d* = 2,0 см, *h* = 3,0 м	Над кроною	48,6 (о) / 20,5	55,2 (о) / 25,0	60,0 (о) / 27,0	79,6 (о) / 28,5	75,9 (з) / 26,5	29,8 (чз) / 25,6
	У кроні	7,5 (о) / 20,0	8,8 (о) / 24,6	10,0 (о) / 25,5	5,9 (о) / 28,0	4,2 (з) 26,0	1,89 (чз) / 25,5
	Під кроною	3,7 (о) / 20,0	5,1 (о) / 24,4	6,6 (о) / 25,0	4,7 (о) / 32,0	2,5 (з) 27,0	0,72 (чз) / 25,0
Язл, *d* = 1,4 см, *h* = 2,0 м	Над кроною	43,9 (о) / 20,5	51,2 (о) / 25,5	38,6 (чз) / 27,0	55,6 (з) / 28,0	68,3 (о) / 27,5	33,5 (о) / 25,5
	У кроні	10,2 (о) / 20,0	12,4 (о) / 25,0	6,3 (чз) / 26,0	7,5 (з) / 28,0	10,6 (о) / 26,5	6,7 (о) / 25,0
	Під кроною	8,7 (о) / 20,0	9,3 (о) / 25,0	4,1 (чз) / 26,0	3,0 (з) / 29,0	7,5 (о) / 27,0	1,9 (о) / 25,0

Примітка: о – освітлене, чз – часткове затінення, з – повне затінення

У затіненого дерева дуба о 16 год. освітленість у середині крони становить 5,5 % від показника освітленості над кронами, а у ялини – 1,9 %. Під кронами освітлених дерев сосни о 10 год. рівень освітленості становить лише 18,7 % освітленості над кронами, у дуба – 9,2 %, у ясена – 18,1 %, у ялини – 2,1 %.

Таким чином, крони освітлених дерев сосни затримують 31,6–85,9 тис. Лк (83,3–96,6 % від показника освітленості над кронами), дуба – 44,9–74,9 тис. Лк (92,3–94,1 %), ясена зеленого – 31,6–60,8 тис. Лк (89,0–94,3 %), ялини – 35,4–87,1 тис. Лк (97,8–99,3 %). Крони частково затінених дерев затримують менше світла: сосни – 27,6–52,6 тис. Лк (92,0–95,8 %), дуба – 29,1 тис. Лк (97,6 %), ясена – 34,5 тис. Лк (89,3 %), ялини – 18,5 тис. Лк (99,7 %). Повністю затінені дерева затримують більше світла, ніж частково затінені: дуба звичайного – 73,4 тис. Лк (96,7 %), ясена зеленого – 52,6 тис. Лк (94,6 %), ялини – 61,2 тис. Лк (98,7 %).

Отже, зменшення інтенсивності поглинання сонячного світла деревами сосни, дуба, ясена та ялини, що ростуть у затіненні у порівнянні з освітленими загальмовує хід метаболізму та погіршує показники приросту дерев головних порід.

Порівняння порід дерев вказує на факт найменшого освітленняості в кронах та під кронами дерев для ялини європейської. Достовірно порівняти рівні освітленості на певних відрізках часу для сосни та листяних порід (дуба звичайного та ясена зеленого) заважають різні стани хмарності неба. Необхідні додаткові дослідження у стабільно ясну безхмарну погоду.

Тенденція зміни впродовж дня температури повітря в насадженні є подібною до освітленості: відзначено поступове її збільшення з 8 до 14 год., а потім поступове зменшення з 14 до 18 год. У кронах дерев та під кронами температура повітря є нижчою, ніж над кронами, на 0,5–1,5°С. Показники температури повітря в коридорах, де ростуть дерева головних порід, не мають між собою істотних розбіжностей.

На ділянці № 2 наприкінці першого року після реконструкції культури дуба звичайного, створені садінням сіянців, мали більшу приживлюваність (98,7–100 %), ніж створені висіванням жолудів. Культури дуба, створені висіванням жолудів, мали меншу приживлюваність (71,6–100 %), особливо в коридорах меридіанного напрямку. Розкопування ґрунту на незайнятих висівних місцях показало, що окремі жолуді утворили в перший рік лише кореневу систему та невеликий проросток, що не вийшов із ґрунту. У 3-річному віці культури дуба, незалежно від методу їхнього створення, мали приживлюваність понад 90 %.

Дерева дуба, що ростуть у коридорах, мають у майбутньому замінити похідний малоцінний деревостан. Важливим показником темпів росту дерев дуба та їхньої взаємодії з небажаними деревами, що ростуть у кулісах, є висота.

За результатами проведених досліджень визначено, що в перший рік найбільший показник середньої висоти дерев дуба звичайного виявлено в коридорі з напрямком Пн-Пд в однорядних культурах, створених садінням дворічних сіянців (табл. 4). Дещо меншу середню висоту мали дерева дуба в культурах, створених садінням у два ряди кожного коридору широтного (середня висота – 41,1 см) та меридіанного (середня висота – 37,7 см) напрямків, а також одним рядом широтного напрямку (середня висота – 38,3 см).

Таблиця 4

Середні висоти трирічних культур дуба звичайного, створених у коридорах різними методами

№ варіанта	Метод створення культур	Напрямок коридорів	Кількість рядів дуба в коридорі	Середня висота дерев культур дуба, см		
				2013 р.	2014 р.	2015 р.
1	Садіння	Зх-Сх	2	41,1 ± 0,52	56,7 ± 2,70	67,0 ± 4,13
2	Висівання	Зх-Сх	2	13,0 ± 0,58	24,9 ± 1,17	32,4 ± 1,62
3	Садіння	Пн-Пд	2	37,7 ± 1,30	55,9 ± 2,75	67,2 ± 4,37
4	Висівання	Пн-Пд	2	11,4 ± 0,52	22,4 ± 1,30	30,1 ± 1,82
5	Садіння	Пн-Пд	1	50,5 ± 3,07	70,4 ± 4,59	90,4 ± 5,73
6	Висівання	Пн-Пд	1	10,1 ± 0,52	17,2 ± 0,99	22,2 ± 1,35
7	Висівання	Зх-Сх	1	11,5 ± 0,57	20,7 ± 0,89	21,3 ± 1,26
8	Садіння	Зх-Сх	1	38,3 ± 2,61	70,0 ± 4,53	80,0 ± 6,90

Культури дуба звичайного створювали садінням дворічних сіянців, що мали середню висоту 25 см. Середній поточний приріст за висотою однорічних культур (трирічних дерев) дуба становив 12,7–25,5 см. Середня висота культур дуба, створених висіванням жолудів, була набагато меншою (10,1–13,0 см). Приріст за висотою дерев дуба, створених висіванням жолудів, був також на 25–96 % меншим, ніж приріст культур, створених садінням.

Таким чином, однорічні культури дуба, створені в коридорах садінням дворічних сіянців, мали більші показники приживлюваності, середньої висоти та поточного приросту за висотою, як порівняти з однорічними культурами, створеними висіванням жолудів. Кращі показники приживлюваності та стабільний ріст за висотою дерев дуба в перший рік росту культур виявлено в коридорах завширшки 6 м (одна висота молодняку) з висаджуванням двох рядів культур.

Упродовж наступного року найбільшою висотою (понад 70 см) відзначалися 2-річні культури дуба, створені висаджуванням сіянців у коридорах одним рядом. Поточний приріст дуба за висотою в 2014 р. в цьому варіанті був в 1,6 разу більшим у коридорах широтного напрямку. Поточний приріст за висотою за другий рік росту у висаджених дубків становив 15,6–31,7 см, а у висіяних – 7,1–11,9 см. Перевищення приросту за висотою в 2–3 рази визначило перевагу 2-річних культур дуба звичайного, створених дворічними сіянцями. Середня висота культур дуба, створених сіянцями, була на 0,31–0,53 м більшою (у 2–4 рази), як порівняти з культурами, створеними жолудями.

Середня висота трирічних культур дуба, створених висіванням жолудів, становила 21–32 см (див. табл. 4). Істотної розбіжності за середньою висотою трирічних культур у коридорах із різними кількістю рядів та напрямком не виявлено.

Трирічні культури дуба, створені садінням сіянців, мали середню висоту 67–90 см, що перевищує відповідний показник для висівних культур у 3–4 рази. Вибірка дерев за середньою висотою також характеризується високою мінливістю (C_v = 41…56 %). Висота деревець дуба в коридорах із одним рядом культур була вищою за висоту екземплярів дуба, які висаджені або висіяні у двох рядах, що підтверджується статистично (коефіцієнт істотності розбіжності t становить 3,21–6,22 за рівнів значущості 99,5–99,9 %).

Восени 2018 р. лісові культури переведено у вкриті лісовою рослинністю ділянки. Найбільшу збереженість 7-річних культур дуба (станом на 16.10.2019) виявлено у варіантах із висіванням жолудів (табл. 5).

Таблиця 5

Лісівничо-таксаційні показники 7-річних культур дуба звичайного

№ варіанта	Метод створення культур	Напрямок коридорів	Кількість рядів дуба	Середня висота та її похибка, м	Середній діаметр, см	Сума площ поперечних перерізів, $м^2 \cdot га^{-1}$	Кількість дерев дуба, $шт. \cdot га^{-1}$	Запас, $м^3 \cdot га^{-1}$
1	Садіння	Зх-Сх	2	1,3 ± 0,09	0,5	0,07	3369	0,2
2	Висівання	Зх-Сх	2	1,0 ± 0,06	–	0,03	3772	0,1
3	Садіння	Пн-Пд	2	1,6 ± 0,11	0,8	0,15	3136	0,5
4	Висівання	Пн-Пд	2	1,0 ± 0,06	–	0,02	3531	–
5	Садіння	Пн-Пд	1	2,1 ± 0,11	1,0	0,14	1773	0,4
6	Висівання	Пн-Пд	1	0,7 ± 0,05	–	–	1818	–
7	Висівання	Зх-Сх	1	0,4 ± 0,02	–	–	1954	–
8	Садіння	Зх-Сх	1	1,7 ± 0,14	0,8	0,08	1591	0,3

Упродовж 7 років після реконструкції найбільший показник середньої висоти (2,1 м) залишається у варіанті № 5 із садінням одного ряду сіянців у коридорі меридіанного напрямку. Високі значення середньої висоти мають екземпляри дуба у варіантах № 7 (1,7 м), № 6 (1,6 м), № 1 (1,8 м) із садінням культур 1–2 рядами. У варіантах зі створення культур дуба висіванням середня висота 7-річних культур (0,4–1,0 м) є у 2–5 разів меншою, як порівняти із садінням.

У всіх варіантах досліду виявлено високу розбіжність за середньою висотою (коефіцієнт мінливості становить 33–56 %). Наприклад, у варіанті № 3 максимальний показник висоти дерев дуба становить 4,5 м, а мінімальний – 0,3 м, у варіанті № 7 –0,9 та 0,1 м відповідно.

Упродовж 7 років після реконструкції крони дерев дуба є зімкнутими в рядах, що посилює внутрішньовидову конкуренцію. Відбулося розростання крон дерев небажаних порід у кулісах та їхнє зімкнення в окремих місцях над кронами дерев дуба. Затінення погіршує умови росту дерев дуба у коридорах, спричиняє підвищення конкуренції між деревними видами. За таких умов слід проводити рубки догляду за дубом із вилученням небажаних деревних порід у кулісах.

Висновки. На ділянці реконструкції малоцінного молодняку свіжої кленово-липової судіброви впродовж 7 років показники середньої висоти культур дуба звичайного, створених садінням сіянців, були у 2–5 разів більшими, ніж культур, створених висіванням жолудів. Найбільшою середня висота культур дуба була у варіанті із садінням одного ряду в коридорах меридіанного напрямку внаслідок кращої освітленості крон.

На ділянках реконструктивних рубок малоцінних молодняків у вологих сугрудах у коридорах упродовж 10 років найкращий ріст мали тіньовитривалі дерева ялини європейської. Проте під час тривалих посушливих періодів відбувалося зниження їхніх приростів. Дерева головних порід (дуба звичайного і сосни звичайної) дещо поступалися в рості ялині європейській, зокрема в умовах зростання притінення з боку небажаних порід у кулісах. Середня висота та середній діаметр дерев культур дуба звичайного у шестиметрових коридорах були в 1,3 разу більшими, ніж у чотириметрових коридорах, завдяки кращому освітленню. Проведення рубок догляду високої інтенсивності сприяє покращенню умов росту головних порід і збільшенню їхнього приросту.

Крони дерев головних порід поглинають 83–99 % освітленості над ними. У коридорах формуються поліпшені водно-фізичні властивості ґрунтів, порівнюючи із залишеними кулісами дерев малоцінного молодняку.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Anuchin, N. P. 1982. Lesnaya taksatsia [Forest Mensuration]. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 552 p. (in Russian).

Lisovyy kodeks Ukrayiny [Forest Code of Ukraine]. 2019. [Electronic resource]. Available from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12 (last accessed date 20.10.2019) (in Ukrainian).

Ploshchi probni lisovporyadni. Metod zakladannya. SOU 02.02-37-476:2006. [Forest inventory sample plots. Establishing method. Corporate standard 02.02-37-476:2006]. 2007. Valid from May 1, 2007. Kyiv, Minahropolityky Ukrayiny, 32 p. (in Ukrainian).

Pravyla polipshennya yakisnoho skladu lisiv [Rules for improving the quality composition of forests]. 2016. [Electronic resource]. Available from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/724-2007-%D0%BF (last accessed date 20.10.2019) (in Ukrainian).

Sanitarni pravyla v lisakh Ukrayiny [Sanitary Forest Regulations in Ukraine]. 2016. Kyiv, 20 p. (in Ukrainian).

Tselniker Yu. L. 1969. Radiatsionnyy rezhim pod pologom lesa [Radiation characteristics under the forest canopy]. Moscow, Nauka, 98 p. (in Russian).

Vedmid, M. M. and Zhezhkun A. M. 2014. Pokhidni i malotsinni derevostany ta yikh rekonstruktsiya u dibrovakh Livoberezhnoyi Ukrayiny [Secondary and low-value stands and their conversion in the forests of the Left-Bank Ukraine]. Sumy, Sumy National Agrarian University, 258 p. (in Ukrainian).

Zhezhkun, A. M. 2013. Osoblyvosti rekonstruktsiyi malotsinnykh molodnyakiv Skhidnoho Polissya [Specificities in low-value young stand conversion in Eastern Polissya]. Scientific Bulletin of UNFU, 23.16: 42–51 (in Ukrainian).

Zhezhkun, A. M., Shtaba, M. P., Galiv, M. O. 2011. Vprovadzhennya lankovoho sposobu zmishuvannya lisovykh kultur pry rekonstruktsiyi malotsinnykh osychnykiv S3-gdS [Implementation of section method for mixing planted stands during the conversion of low-value aspen forests C3-gdS]. In: Lisivnycho-ekologichni problemy Skhidnogo Polissya Ukrayiny: Collection of Scientific works. Novgorod-Siverskyy, State Enterprise "Novgorod-Siverska Forest Research Station", 2: 71-77 (in Ukrainian).

Vedmid M. M.[1], Zhezhkun A. N.[2], Poliakov O. K.[1], Porokhnyach I. V.[2], Pohoryelov A. S.[1]

GROWTH OF TREES OF MAIN SPECIES IN THE PLOTS OF LOW-VALUE YOUNG STANDS CONVERTED BY THE CORRIDOR FELLING

[1]*Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchaev*

[2]*State Enterprise "Novgorod-Siverska Forest Research Station"*

One of the important forestry measures for the regeneration of indigenous, productive, sustainable and perennial plantations is the conversion of secondary and low-value stands. For the replacement of low-value and secondary young stands with targeted ones, conversion felling and artificial regeneration of forests are implemented. Peculiarities of growth of Scots pine, Norway spruce, English oak, and green ash trees at the plots after conversion felling of low-value young stand by the corridor method are considered. The parameters of the current increment in height of the main tree species were determined during the 10-year period after conversion before and after tending felling depending on the tree species, the width and direction of the corridors, the method of establishing forest stands growing in the corridors. The health condition of trees for the main species was assessed and proposals for the subsequent forestry activities were

presented. The influence of light condition, air temperature, humidity and soil density on the health and growth indicators of main tree species was studied.

K e y w o r d s : stand conversion, corridor felling, low-value young stands, main species, height increment

Ведмидь Н. М., Жежкун А. Н., Поляков О. К., Порохняч И. В., Погорелов А. С.

РОСТ ДЕРЕВЬЕВ ГЛАВНЫХ ПОРОД НА УЧАСТКАХ РЕКОНСТРУКЦИИ МАЛОЦЕННЫХ МОЛОДНЯКОВ КОРИДОРНЫМ СПОСОБОМ

Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева
ГП «Новгород-Северская лесная научно-исследовательская станция»

Одним из важных лесохозяйственных мероприятий для восстановления коренных, продуктивных, устойчивых и долговечных насаждений является реконструкция производных и малоценных древостоев. Для замены малоценных и производных молодняков на целевые проводят реконструктивную рубку и мероприятия, связанные с искусственным восстановлением леса. Рассмотрены особенности роста деревьев сосны обыкновенной, ели европейской, дуба черешчатого, ясеня зеленого на участках реконструкции малоценных молодняков коридорным способом. Определены параметры текущего прироста по высоте деревьев главных пород в течение 10-летнего периода после реконструкции в зависимости от древесного вида, ширины и направлений коридоров, метода создания лесных культур, растущих в коридорах реконструированных малоценных молодняков до и после проведения рубок ухода. Определено санитарное состояние деревьев главных пород и представлены предложения для проведения следующих лесохозяйственных мероприятий. Изучено влияние освещенности, температуры воздуха, влажности и плотности почвы на состояние и показатели роста деревьев главных пород.

К л ю ч е в ы е с л о в а : реконструкция, коридорный способ, малоценные молодняки, главные породы, прирост в высоту.

E-mail: desna-90@ukr.net

Одержано редколегією: 06.12.2019

УДК 630.18

https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.14

А. В. ГАРМАШ

СОСНОВІ ДЕРЕВОСТАНИ ЛІСОСТЕПУ ХАРКІВЩИНИ: ПРОДУКТИВНІСТЬ І ПРИРОДНЕ ПОНОВЛЕННЯ

Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва

Наведено матеріали досліджень соснових лісостанів Лісостепу Харківської області. Встановлено основні лісівничо-таксаційні показники деревостанів в основних типах лісорослинних умов регіону дослідження за даними пробних площ. Проаналізовано дані стосовно повноти, запасу, середніх діаметрів і висот відповідно до класів віку. Наведено дані постійних пробних площ у ДП «Скрипаївське НДЛГ» та ділянок інтенсивного моніторингу в ДП «Жовтневе ЛГ» і НПП «Слобожанський». Показано динаміку таксаційних показників на ділянках; особливу увагу звертали на запаси деревостанів. Зроблено опис надґрунтового покриву ділянок за типами лісу, визначено характер розміщення рослин за площею та частку проективного покриття. Окремо встановлено співвідношення покриття на пробних площах трав, лишайників і мохів, показано його залежність від типу лісу. Проаналізовано дані щодо природного поновлення, вказано його густоту, характер розміщення, середні показники висот і діаметрів та їхню залежність від розміщення на ділянці, визначено категорію життєздатності підросту.

Ключові слова: соснові лісостани, класи віку, типи лісу, запас деревостану, природне поновлення, надґрунтовий покрив.

Вступ. Ліси Харківської області виконують переважно екологічні функції та мають обмежене експлуатаційне значення. Регіон є малолісним, із нерівномірно розташованими на площі лісовими урочищами. Лісистість має тенденцію до постійного зростання, проте вона ще не є достатньою. Для досягнення оптимального показника лісистості (у межах 15–16 %) слід суттєво збільшити площу лісів (Tkach et al. 2013).

Лісові насадження сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) Лісостепу Харківщини займають площу майже 40 тис. га, значна їхня частка належить до природно-заповідного фонду (ПЗФ), що надає можливість для вивчення природних процесів і тривалих спостережень. Сосна звичайна є однією з головних лісоутворювальних порід Харківської області, вирізняється стійкістю до високих і низьких температур, має обширний ареал і налічує безліч екологічних форм, є незамінною під час залісення піщаних земель та економічно цінною породою.

Лісові насадження Лісостепу Харківської області є достатньо продуктивними, рівень використання лісорослинного потенціалу сосновими деревостанами у свіжому сосновому бору сягає 77,4 %, у свіжому дубово-сосновому суборі – 67,8 %. Найбільший рівень використання лісорослинного потенціалу у свіжому бору – у 30–50 років (84 %), у свіжому суборі – у 10–30 років (70–80 %) (Nazarenko & Pasternak 2016). Соснові деревостани через переважно штучне походження є однорідними за структурою.

Дослідження стану соснових насаджень, відстеження динаміки таксаційних показників шляхом регулярних спостережень на постійних пробних площах, впливу на ріст і розвиток зовнішніх і внутрішніх чинників залежно від типу лісорослинних умов нададуть можливість розробити рекомендації щодо збереження та підвищення продуктивності соснових деревостанів.

Вивченню сучасного стану соснових деревостанів Харківської області присвячено багато досліджень. Продуктивність і різноманіття типів лісу вивчали В. В. Назаренко та В. П. Пастернак (Nazarenko & Pasternak 2014), закономірності формування соснових деревостанів Харківщини, їхні структуру та лісотипологічні особливості досліджували В. П. Пастернак і В. Ю. Яроцький (Pasternak et al. 2016, Yarotsky et al. 2016). Вивченню природного поновлення та його моніторингу присвячено монографію А. М. Салтикова (Saltykov 2014).

Більшість соснових масивів Харківщини мають штучне походження, тому необхідно аналізувати стан природного поновлення та вплив на нього надґрунтового покриву задля

забезпечення максимального використання можливостей природного поновлення та формування стійкіших природних деревостанів.

Мета дослідження – оцінити соснові деревостани Харківської області за основними лісівничо-таксаційними показниками, надґрунтовим покривом і природним поновленням.

Матеріали й методи. Дослідження проведено на 27 пробних площах (ПП), які закладено в насадженнях Державного підприємства (ДП) «Скрипаївське навчально-дослідне лісове господарство (НДЛГ)», ДП «Жовтневе ЛГ» (Бабаївське та Мерефянське лісництва) та Національного природного парку (НПП) «Слобожанський» (Володимирівське природоохоронне науково-дослідне відділення). На пробних площах визначали тип лісу, склад деревостану, його вік, середні висоту й діаметр, повноту, клас бонітету, запас на 1 га. Встановлювали також видовий склад, вік, густоту і стан природного поновлення та різноманітність надґрунтового покриву.

Під час проведення польових робіт використовували технологію Field-Map, яка призначена для картування та вимірювань і може працювати з різноманітними електронно-вимірювальними приладами в лісі. Геоінформаційна система Field-Map надає можливість проводити повторні описи ділянки, відзначаючи зміни на рівні кожного елементу лісу, проводячи таким чином моніторинг (Pasternak et al. 2008).

Загалом досліджено 4 найпоширеніших типи лісу з високо- та середньопродуктивними деревостанами (Ia–II класи бонітету). Домінуючим є свіжий дубово-сосновий сугруд (B_2-дС) – закладено 15 ділянок, у свіжому сосновому бору (A_2-С) – 5 ділянок, у свіжому липово-дубово-сосновому сугруді (C_2-лдС) – 5 ділянок, одну ділянку закладено в сухому сосновому бору (A_1-С). За віковою структурою включені до обліку практично всі групи віку, крім молодняків: середньовікових – 10 ділянок (37,0 %), пристиглих – 8 ділянок (29,6 %), стиглих і перестійних – 9 ділянок (33,4 %).

До спільного аналізу залучено постійні пробні площі (ППП) у ДП «Скрипаївське НДЛГ» (закладені під керівництвом В. В. Назаренка) та ділянки інтенсивного моніторингу (НПП «Слобожанський», ДП «Жовтневе ЛГ»). Динаміку лісівничо-таксаційних показників встановлювали на трьох ППП у ДП «Скрипаївське НДЛГ» у деревостанах, які характеризують три найбільш розповсюджені типи соснових лісів (A_2-С, B_2-дС, C_2-л-дС). Дослідження на ППП проводили у 2006, 2012 та 2018 рр. Також проводили спостереження на ділянках інтенсивного моніторингу лісів у ДП «Жовтневе ЛГ» (2011–2019 рр.) та НПП «Слобожанський» – у 2014–2018 рр. Роботи на ділянках моніторингу проводили спільно зі співробітниками УкрНДІЛГА ім. Г. М. Висоцького. На ділянках моніторингу оцінювали лісівничо-таксаційні показники та стан соснових деревостанів.

Під час польових досліджень також здійснювали опис та аналіз продуктивності природного поновлення залежно від типу лісу за методикою професора С. С. П'ятницького (Piatnitskiy 1959). На кожній пробній площі облік підросту деревних порід проводили вибірковим методом на двох кругових облікових площадках площею по 10 м^2. На кожній обліковій площадці визначали породи дерев і чисельність підросту за віком, групою висот, життєздатністю. Деревця природного поновлення за віком розподіляли на групи: підріст віком 3 роки, 4–8 років, 9 років і старший. За висотою підріст розподіляли на дрібний (0,5 м і менше), середній (0,51–1,3 м) та великий (понад 1,3 м).

Для проведення фітоіндикаційних досліджень, вивчення подальшої динаміки рослинного покриву, виявлення залежності між кількістю природного поновлення та проективним покриттям трав'янистих рослин у межах пробних площ було складено геоботанічні описи. Визначали видовий склад трав'янистих рослин, проективне покриття кожного виду, домінантні види та види допоміжні, з частковим проективним покриттям.

Результати та обговорення. Зі зміною гігротопу та трофотопу змінюється склад насаджень (табл. 1): на сухих і неродючих ґрунтах більш поширені монокультури сосни, а зі збільшенням рівня вологи та родючості з'являються такі супутні породи, як дуб, береза, липа

тощо. Майже всі ділянки представлені чистими сосновими деревостанами, найменша кількість одиниць сосни у складі – 7 – у сугрудовому типі лісу.

Найбільше пробних площ закладено в НПП «Слобожанський» (загалом 12). Повнота становить від 0,33 до 0,90, запас – від 80 до 452,5 $м^3 \cdot га^{-1}$, діаметр – від 22,8 до 40,8 см, а висота – від 16,5 до 31,5 м. У ДП «Скрипаївське НДЛГ» закладено 10 пробних площ, повнота варіюється від 0,50 до 0,92, запас – від 318 до 490 $м^3 \cdot га^{-1}$, діаметр – від 19,1 до 30,6 см, висота – від 15,1 до 24,6 м. У ДП «Жовтневе ЛГ» закладено 5 пробних площ, повнота становить від 0,69 до 0,75, запас – від 393 до 564 $м^3 \cdot га^{-1}$, діаметр – від 26,2 до 35,6 см, висота – від 24,0 до 27,9 м.

Середній діаметр зростає відповідно до класів віку, найменший діаметр – 19,1 см – зафіксовано у віці 44 роки, а найбільший – 40,8 см – у віці 120 років. Подібною є тенденція для висот: найменшу висоту – 16,5 м – визначено у віці 48 років, найбільшу – 30,5 м – у віці 120 років.

Таблиця 1

Характеристика дослідних ділянок

№ ПП	Назва підприємства	Склад	Тип лісу	Вік, років	Повнота	Клас бонітету	Запас, $м^3 \cdot га^{-1}$	Середні	
								діаметр, см	висота, м
1	НПП «Слобожанський»	10Сз	$А_{1-2}$-С	48	0,33	II	107	23,4	16,5
2	ДП «Скрипаївське НДЛГ»	10Сз	$А_2$-С	60	0,70	I	465	25,2	22,6
3	ДП «Скрипаївське НДЛГ»	10Сз	$А_2$-С	60	0,50	I	420	24,5	19,8
4	ДП «Скрипаївське НДЛГ»	10Сз	$А_2$-С	50	0,60	I	390	24,1	20,4
5	ДП «Скрипаївське НДЛГ»	10Сз	$А_2$-С	70	0,74	II	340	23,6	20,7
6	ДП «Скрипаївське НДЛГ»	10Сз	$А_2$-С	70	0,70	I	440	25,5	22,2
7	НПП «Слобожанський»	10Сз	$В_2$-дС	44	0,75	I^a	318	19,1	20,5
8	ДП «Скрипаївське НДЛГ»	10Сз	$В_2$-дС	50	0,72	I^a	352	21,2	16,6
9	ДП «Скрипаївське НДЛГ»	10Сз	$В_2$-дС	55	0,92	I^a	490	25,3	21,7
10	ДП «Скрипаївське НДЛГ»	10Сз	$В_2$-дС	62	0,73	I^a	385	24,4	21,0
11	ДП «Жовтневе ЛГ»	10Сз+Дз	$В_2$-дС	70	0,73	I	393	26,2	24,0
12	НПП «Слобожанський»	10Сз+Дз	$В_2$-дС	70	0,83	I	400	25,1	22,0
13	НПП «Слобожанський»	9Сз1Бп	$В_2$-дС	75	0,82	I	418	30,0	25,8
14	ДП «Жовтневе ЛГ»	10Сз	$В_2$-дС	80	0,73	I^a	475	31,7	28,7
15	НПП «Слобожанський»	10Сз+Дз, Бп	$В_2$-дС	80	0,65	I	320	30,2	24,1
16	ДП «Жовтневе ЛГ»	10Сз+Дз	$В_2$-дС	85	0,75	I	467	32,6	27,1
17	НПП «Слобожанський»	10Сз	$В_2$-дС	85	0,61	I	381	29,4	26,8
18	ДП «Жовтневе ЛГ»	10Сз+Дз	$В_2$-дС	90	0,75	I	488	35,6	27,9

Закінчення табл. 1

№ ПП	Назва підприємства	Склад	Тип лісу	Вік, років	Повнота	Клас бонітету	Запас, $м^3 \cdot га^{-1}$	Середні	
								діаметр, см	висота, м
19	ДП «Жовтневе ЛГ»	8Сз2Дз	$В_2$-дС	95	0,69	I	564	35,6	27,9
20	НПП «Слобожанський»	10Сз	$В_2$-дС	95	0,68	I	453	34,5	28,7
21	НПП «Слобожанський»	10Сз+Бп	$В_2$-дС	110	0,90	II	585	40,8	27,1
22	НПП «Слобожанський»	10Сз	$В_2$-дС	120	0,88	II	552	40,7	27,1
23	ДП «Скрипаївське НДЛГ»	10Сз	$С_2$-лдС	50	0,89	I^a	420	20,7	19,2
24	ДП «Скрипаївське НДЛГ»	7Сз3Дз+ Скр, Взш	$С_2$-лдС	51	0,66	I^b	375	30,6	24,6
25	НПП «Слобожанський»	10Сз+Кля	$С_2$-лдС	60	0,80	I^a	450	22,8	25,9
26	НПП «Слобожанський»	10Сз+Дз, Взш, Бп, Лпд	$С_2$-лдС	95	0,75	I	414	37,6	27,1
27	НПП «Слобожанський»	9Сз1Взш+ Кля, Акб	$С_2$-лдС	100	0,85	I^a	616	40,2	31,5

Примітка. Сз – сосна звичайна, Дз – дуб звичайний (*Quercus robur* L.), Бп – береза повисла (*Betula pendula* Roth.), Скр – сосна кримська (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe), Взш – в'яз шорсткий (*Ulmus glabra* Huds.), Кля – клен ясенелистий (*Acer negundo* L.), Лпд – липа дрібнолиста (*Tilia cordata* Mill.), Акб – акація біла (*Robinia pseudoacacia* L.).

Відносна повнота насаджень зростає з віком у $А_{1-2}$, за типами лісорослинних умов (ТЛУ) найбільшою є повнота у свіжому суборі ($В_2$). У міру збільшення родючості умов місцезростання ($С_2$) повнота деревостанів дещо зменшується та з'являється більше підліску (табл. 2).

Таблиця 2

Відносна повнота соснових деревостанів за ТЛУ та класами віку

ТЛУ	Класи віку							
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$А_{1-2}$	0,47	0,60	0,72	–	–	–	–	–
$В_2$	0,65	0,92	0,76	0,76	0,72	0,69	0,90	0,88
$С_2$	0,89	0,73	–	–	–	0,75	0,85	–

На повноту насаджень впливає антропогенне навантаження, адже лісові масиви, де закладали деякі пробні площі, належать до території ПЗФ, а поруч із ділянками, закладеними в ДП «Жовтневе ЛГ» ($В_2$, X клас віку), знаходиться населений пункт (Harmash 2018). Найпоширенішим типом лісу соснових насаджень Харківської області, згідно з аналізом даних лісовпорядкування та наших досліджень на пробних площах, є свіжий дубово-сосновий субір ($В_2$-дС). Він охоплює широкий діапазон віку насаджень і має високі запаси деревини на гектарі (рис. 1).

З рисунка 1 видно, як збільшуються запаси за класами віку. Зменшення запасу у XII класі віку пов'язане з усиханням дерев і збільшенням запасів деревної ламані, що є характерним для перестійних насаджень.

Аналіз динаміки лісівничо-таксаційних показників на ППП у ДП «Скрипаївське НДЛГ» (табл. 3, рис. 2) свідчить, що найпродуктивнішим є деревостан у свіжому дубово-сосновому

суборі, запас якого у віці 55 років досягнув 492 $м^3 \cdot га^{-1}$. Незначне зменшення запасу в період 2012–2018 рр. пов'язане з усиханням і зламом дерев.

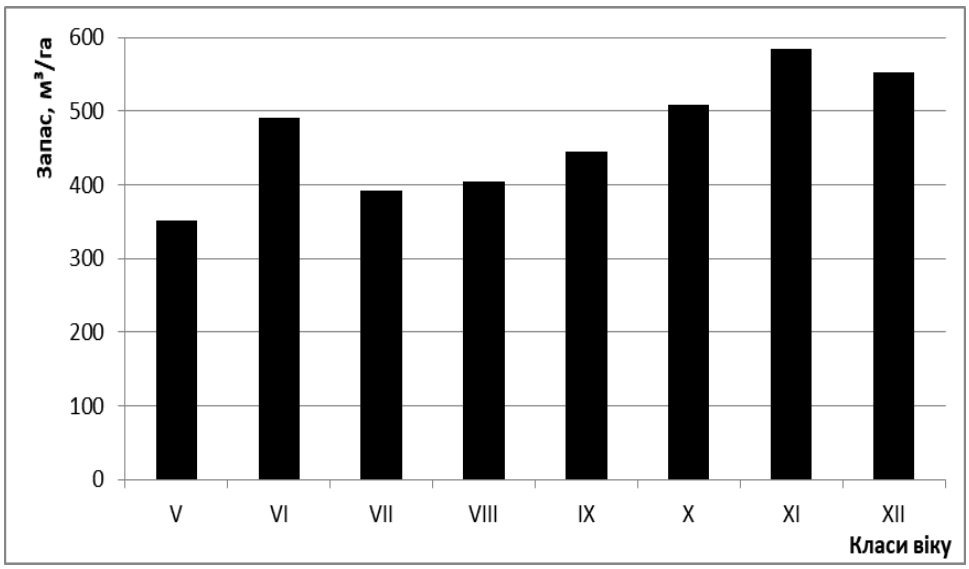


Рис. 1 – Запаси соснових деревостанів у свіжому дубово-сосновому суборі

Таблиця 3

Характеристика насаджень постійних пробних площ із 2006 до 2018 р. (ДП «Скрипаївське НДЛГ»)

ППП	Тип лісу	Склад	Вік, років	Середні		Клас бонітету	Повнота
				діаметр, см	висота, м		
2006 р.							
1	$А_2$-С	10Сз	69	23,6	22,8	I	0,86
2	$В_2$-дС	10Сз	49	24,1	23,0	I^a	0,90
3	$С_2$-л-дС	10Сз	44	19,4	19,8	I^a	0,87
2012 р.							
1	$А_2$-С	10Сз	75	24,3	23,4	I	0,90
2	$В_2$-дС	10Сз	55	26,2	24,4	I^a	0,92
3	$С_2$-л-дС	10Сз	50	21,1	22,1	I^a	0,89
2018 р.							
1	$А_2$-С	10Сз	81	24,9	23,8	II	0,85
2	$В_2$-дС	10Сз	61	27,0	26,0	I^a	0,85
3	$С_2$-л-дС	10Сз	56	22,3	24,0	I^a	0,94

Примітка. Сз – сосна звичайна.

Подібні процеси відбуваються у свіжому сосновому бору, але зниження запасу є більш суттєвим – на 22 $м^3 \cdot га^{-1}$. Послідовне активне зростання запасів зафіксовано у свіжому липово-дубово-сосновому сугруді; за період із 2006 до 2018 р. приріст становив 96 $м^3 \cdot га^{-1}$, вік насадження є меншим, ніж на інших пробних площах, тому насадження знаходиться у фазі активного росту. Індекси санітарного стану на ППП 1 становлять I,25 із урахуванням сухостою та I,19 без урахування сухостою, на ППП 2 – I,51 та I,24, на ППП 3 – I,32 та I,24 відповідно. Частка сухостійних дерев є найбільшою на ППП 2 – 6,7 %, на ППП 1 вона становить 1,4 %, на ППП 3 – 4,4 %.

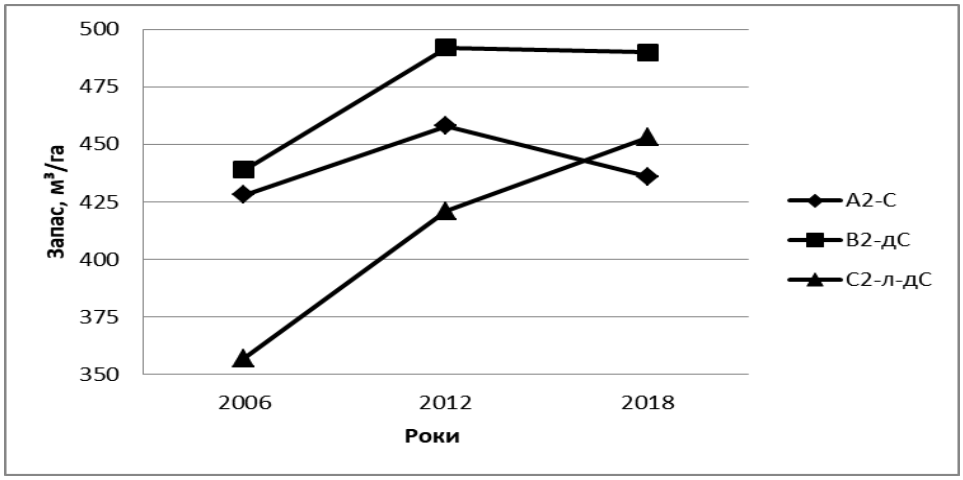


Рис. 2 – Динаміки запасу деревостанів на постійних пробних площах у ДП «Скрипаївське НДЛГ»

За даними спостережень на ділянках інтенсивного моніторингу лісів у ДП «Жовтневе ЛГ» та НПП «Слобожанський» у чистих соснових деревостанах свіжого соснового субору (B_2) встановлено динаміку продуктивності деревостанів (табл. 4).

Таблиця 4

Динаміка показників продуктивності деревостанів на ділянках інтенсивного моніторингу

Назва підприємства	Номер ділянки моніторингу	Рік	Вік, років	Запас, $м^3 \cdot га^{-1}$	Повнота	Сума площ поперечних перерізів, $м^2 \cdot га^{-1}$	Запас сухостою, $м^3 \cdot га^{-1}$
ДП «Жовтневе ЛГ»	32485	2011	60	382	0,70	34,1	1,5
	33760	2011	55	385	0,75	35,0	0
ДП «Жовтневе ЛГ»	32485	2015	64	398	0,73	34,5	1,3
	33760	2015	59	423	0,78	40,0	4,7
ДП «Жовтневе ЛГ»	32485	2019	68	413	0,68	33,7	4,6
	33760	2019	63	453	0,85	40,6	26,2
НПП «Слобожанський»	631309	2014	40	268	0,65	29,0	0,3
	631309	2018	44	318	0,68	32,1	1,1

Досліджувані насадження є високопродуктивними (клас бонітету – I^a). Найбільший запас визначено на ділянці 33760 у ДП «Жовтневе ЛГ» – 453 $м^3 \cdot га^{-1}$ (2019 р.). Згідно з отриманими даними, запаси з віком зростають, річна зміна запасів на ділянках варіюється від 3,9 до 12,5 $м^3 \cdot га^{-1}$, у середньому цей показник на ділянці 32485 становив 3,9 $м^3 \cdot га^{-1}$, на ділянці 33760 8,5 $м^3 \cdot га^{-1}$ та на ділянці НПП «Слобожанський» –12,5 $м^3 \cdot га^{-1}$ (за рахунок активного приросту за діаметром та висотою).

Природне поновлення на ділянках моніторингу представлене сосною звичайною та дубом звичайним. На ділянці 32485 кількість природного поновлення сосни звичайної зросла від 250 до 500 $шт. \cdot га^{-1}$ за рахунок зменшення повноти деревостану та збільшення освітленості, а на ділянці 33760 представлене поновлення дуба звичайного – 250 $шт. га^{-1}$, його кількість не змінювалася. На ділянці 631309 відзначено зменшення кількості одиниць природного поновлення з 6250 до 5000 $шт. га^{-1}$, що пояснюється молодим віком підросту, для якого характерні пошкодження комахами верхівкової бруньки та молодих пагонів (табл. 5).

Таблиця 5

Наявність природного поновлення на ділянках інтенсивного моніторингу

Назва підприємства	№ ділянки	Густота поновлення, шт.·га$^{-1}$			Склад поновлення		
		2011 р.	*2015 р.*	*2019 р.*	*2011 р.*	*2015 р.*	*2019 р.*
ДП «Жовтневе ЛГ»	32485	–	250	500	–	10Сз	10Сз
	33760	–	250	250	–	10Дз	10Дз
		2014 р.		*2018 р.*	*2014 р.*		*2018 р.*
НПП «Слобожанський»	631309	6250		5000	6Сз4Дз		6Сз4Дз

Примітка. Сз – сосна звичайна, Дз – дуб звичайний.

Природне поновлення на пробних площах репрезентоване переважно сосною звичайною, а також дубом звичайним. Поодиноко є підріст таких порід, як береза повисла (*Betula pendula* Roth.) і липа дрібнолиста (*Tilia cordata* Mill.). Природне поновлення здебільшого представлене групою віку 4–8 років, переважну більшість дерев меншого віку пошкоджують комахи, які обгризають молоду хвою (*Diprion pini* Linnaeus) або пошкоджують верхівковий пагін (*Rhyacionia buoliana* Denis & Schiffermuller), і з часом деревце всихає або відстає в розвитку (табл. 6).

Таблиця 6

Середні показники природного поновлення на пробних площах

ТЛУ	Сосна звичайна			Дуб звичайний			Береза повисла			Липа дрібнолиста		
	Група віку	Середня висота, м	Кількість, шт.·га$^{-1}$	Група віку	Середня висота, м	Кількість, шт.·га$^{-1}$	Група віку	Середня висота, м	Кількість, шт.·га$^{-1}$	Група віку	Середня висота, м	Кількість, шт.·га$^{-1}$
A_1	<3	0,46	500	–	–	–	–	–	–	–	–	–
A_2	4–8	1,1	1500	–	–	–	–	–	–	–	–	–
B_2	4–8	2,7	2500	4–8	1,1	500	4–8	0,8	300	–	–	–
C_2	4–8	1,0	1000	4–8	1,4	1000	4–8	1,0	500	4–8	1,2	400

Найпродуктивнішим і стійким природне поновлення сосни виявилося у свіжому суборі (B_2): середня висота сягала 2,7 м, за шкалою життєздатності підріст належав до I категорії. У свіжому сугруді (C_2) середня висота становила 1 м, у свіжому бору (A_2) – 1,1 м, обидві групи належали до II категорії життєздатності. У бідніших умовах (A_2) домінував підріст сосни звичайної – 1500 шт. га$^{-1}$, а підріст інших порід був практично відсутній. У міру збільшення трофності (C_2, B_2) з'являється підріст таких порід, як дуб звичайний і береза повисла, який починає витісняти сосну. В умовах C_2 густота підросту дуба звичайного становила 1000 шт. га$^{-1}$, тоді як на ділянці сухого бору (A_1) підріст сосни розміщувався поодиноко і в зовсім невеликій кількості. Розміщення підросту було нерівномірним як в межах ділянок, так і на різних ділянках. Наприклад, у найпродуктивнішому B_2 ділянки в ДП «Жовтневе ЛГ», а саме в Бабаївському лісництві, знаходяться близько до населеного пункту і піддаються великому антропогенному навантаженню. Створена зручна для пересування мережа доріжок заважає природному поновленню, тому його там майже немає (Harmash 2018).

Для підросту дуже важливим є просторове розміщення. На більш відкритих ділянках із достатнім освітленням підріст є більш продуктивним, тобто важливі не тільки умови місцезростання, але і повнота деревостану (Harmash 2016). Нами зафіксовано, що на ділянках із повнотою 0,8 і більшою кількість підросту сосни є значно меншою (500 шт. га$^{-1}$), ніж на ділянках із повнотою 0,6 і меншою, особливо в розривах намету (2500 шт. га$^{-1}$). Це пов'язане з режимом освітлення: чим більший розрив намету, так зване «вікно», тим більшою є кількість підросту сосни. Найбільш продуктивний підріст зазвичай розміщується групами біля краю розриву, в умовах часткового затінення. У великих розривах одразу після проведення рубок під впливом зміни режиму освітлення змінюється й надґрунтовий покрив, він не такий щільний і налічує менш агресивні рослини, які зазвичай заважають рости

посівам. Із часом такий розрив заповнюють злакові трави, створюючи щільну кореневу «подушку», в таких умовах виживає лише найсильніше природне поновлення сосни. Під наметом материнського деревостану кількість природного поновлення зазвичай є меншою, і воно не таке продуктивне (Saltykov 2014).

Проективне покриття мохів від загальної частки рослин мінімально становило 3 %, максимально 80 %, трав – від 20 до 90 % (рис. 3). Деякі площі взагалі не мали мохового ярусу.

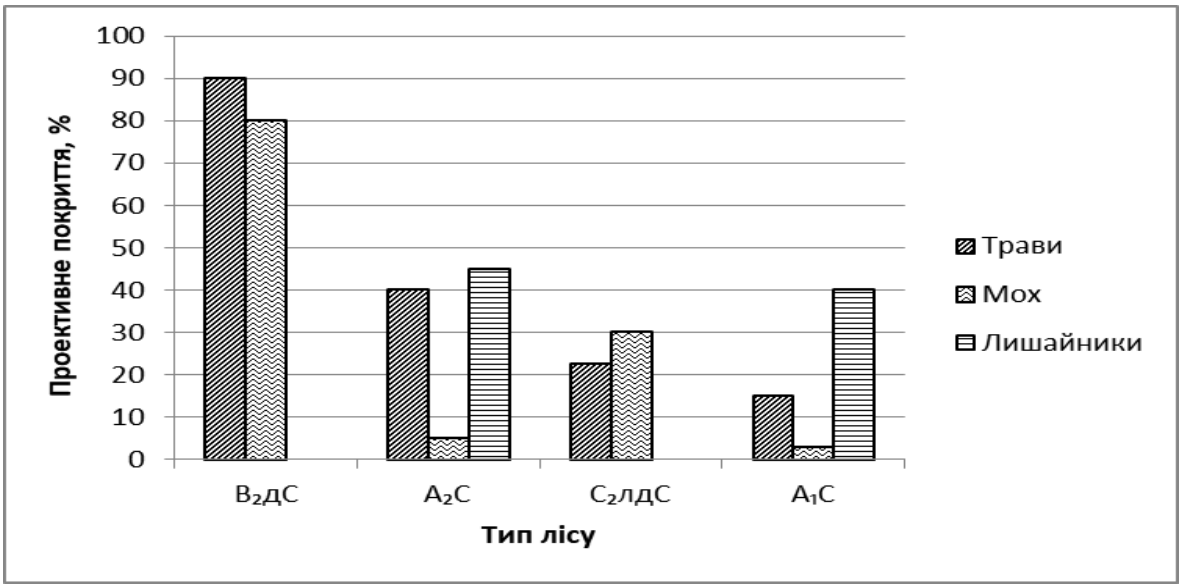


Рис. 3 – Особливості трав'яного ярусу за типами лісу

В типі лісу B_2-дС домінували трави (до 90 %), але на деяких ділянках покриття мохів сягало 80 %. Такі високі показники були на ділянках із меншою повнотою (0,65) та в перестійному віці. Переважали *Poa nemoralis* L. (тонконіг дібровний), *Rubus saxatilis* L. (костяниця), *Peucedanum oreoselinum* Moench. (смовдь гірська), *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott (щитник чоловічий), *Convallaria majalis* L. (конвалія звичайна), *Rumex acetosella* L. (щавель горобиний), *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce (купина запашна), *Vincetoxicum hirundinaria* (ластовень лікарський), *Sempervivum ruthenicum* Schnittsp. & C.B.Lehm. (молодило руське), *Achillea millefolium* L. (деревій звичайний), *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woł.) Klásk (зіновать руська), *Pteridium aquilinum* L. (орляк звичайний), *Molinia caerulea* (L.) Moench (молінія голуба), *Lycopodium annotinum* L. (плаун колючий) та інші.

У типі лісу A_2-С моховий ярус був незначним (3–7 %), але на деяких ділянках покриття лишайникового ярусу становило від 20 до 70 %, трав – від 20 до 60 %. Насадження цього типу лісу є середньовіковими, тому рослинність поступово змінюється, а покрив трав'яного ярусу був дуже розрідженим. Переважали такі рослини як *Festuca beckeri* L. (костриця Беккера), *Jurinea cyanoides* (юринея волошковидна), *Rumex acetosella* L., *Solidago virgaurea* L. (золотушник звичайний), *Peucedanum oreoselinum* Moench., *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woł.) Klásk. У меншій кількості були представлені *Allium sphaerocephalon* L. (цибуля круглоголова), *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth (куничник наземний), *Hypericum perforatum* L. (звіробій звичайний), *Anthericum ramosum* L. (віхалка гілляста), *Koeleria glauca* DC. (кипець сизий), *Asparagus officinalis* L. (холодок лікарський або спаржа лікарська) та інші.

У типі лісу C_2-лдС покриття мохового ярусу сягнуло 30 % на одних ділянках, а на інших було відсутнє, покриття травами не дуже велике (20–25 %). Рослинність пригнічується підліском, що активно займає площу. Крім того, ділянки є високоповнотними, рівень освітлення – низький. Переважають такі рослини як *Chelidonium majus* L. (чистотіл звичайний), *Convallaria majalis* L., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott (щитник чоловічий),

Galeopsis bifida Boenn. (жабрій дводільний), *Stellaria media* (L.) Vill. (зірочник середній), *Poa nemoralis* L. (тонконіг дібровний), *Geranium robertianum* L. (герань робертова), *Hypericum perforatum* L., *Mycelis muralis* L. (міцеліс стінний).

У типі лісу A_1-С моховий ярус становить 3 %, лишайників – 40 %, трав – 15 %, із них такі, як *Festuca beckeri* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Hypericum perforatum* L., *Molinia caerulea* (L.) Moench, *Lycopodium annotinum* L., *Sempervivum ruthenicum* Schnittsp. & C.B.Lehm. та інші.

З рисунка 3 видно, що трави переважають на більш родючих ґрунтах, окрім C_2 -лдС; в борових умовах переважають лишайники, що свідчить про чистоту повітря, адже часто лишайники є біоіндикатором забруднення атмосфери (Horshkov 2009).

Висновки. Соснові деревостани Лісостепу Харківської області ростуть переважно у B_2-дС (свіжому дубово-сосновому суборі), A_2-С (свіжому сосновому бору), C_2-лдС (свіжому липово-дубово-сосновому сугруді). Класи бонітету варіюються від I^a до II, запас – від 80 до 616 $м^3 \cdot га^{-1}$. На ділянках інтенсивного моніторингу в ДП «Жовтневе ЛГ» та НПП «Слобожанський» річна зміна запасу соснових насаджень становить 8,3 $м^3 \cdot га^{-1}$.

У досліджених насадженнях проективне покриття надґрунтового рослинного покриву варіюється від 15 до 90 %. Найбільші показники різноманіття рослинного покриву відзначено в типі лісу B_2-дС. Також B_2-дС відзначається найбільшим проективним покриттям трав.

Природне поновлення представлене здебільшого сосною, в меншій кількості – дубом. Переважає поновлення сосни віком 4–8 років у свіжому суборі (B_2), де його середня висота сягає 2,7 м, тоді як у свіжому сугруді (C_2) та свіжому бору (A_2) – 1,0 та 1,1 м відповідно. В умовах A_2 густота підросту сосни звичайної становить 1500 шт.$\cdot га^{-1}$, у B_2 наявна домішка таких порід, як дуб звичайний і береза повисла, але на ділянках із домінуванням підросту сосни його кількість сягає 2500 шт.$га^{-1}$. В умовах C_2 частка підросту дуба звичайного досягає 50 %.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Harmash, A. V. 2016. Osoblyvosti pryrodnoho ponovlennya sosny v lisostanakh Kharkivshchyny [Features of natural regeneration of pine in forest stands of Kharkiv Region]. In: Proceedings of Final Scientific Conference of the Teaching Staff, Scientists, Post-Graduate Students of the Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchayev. Kharkiv, KhNAU, p. 40–42 (in Ukrainian).

Harmash, A. V. 2018. Antropohennyi vplyv na dilianky sosnovykh lisiv poblyzu naselenykh punktiv [Anthropogenic influence on the areas of pine forests near settlements]. Proceedings of Final Scientific Conference of the Teaching Staff, Scientists, Post-Graduate Students of the Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchayev. Kharkiv, KhNAU, p. 46–48 (in Ukrainian).

Horshkov, V. V. 2009. Rozpodil proektyvnoho pokryttia epifitnykh lyshainykiv v sosnovykh lisakh pry riznomu rivni atmosfernoho zabrudnenni [Distribution of projective cover of epiphytic lichens in pine forests at different levels of atmospheric pollution]. Lisove hospodarstvo, 10: 14 (in Ukrainian).

Nazarenko, V. V. and Pasternak, V. P. 2014. Analiz produktyvnosti sosnovykh derevostaniv u riznykh lisoroslynnykh umovakh Lisostepu Kharkivshchyny [Analysis of pine stands productivity in different forest conditions of the Forest-steppe of Kharkiv Region]. In: Lisova typolohiya: naukovi, vyrobnychi, navchalni aspekty rozvytku: materialy chytan z nahody dnya narodzhennya Borysa Fedorovycha Ostapenka [Forest typology: scientific, prectical, and educational aspects of development: Proceedings of Borys Ostapenko's Readings]. Kharkiv, KhNAU, p. 79–82 (in Ukrainian).

Nazarenko, V. V. and Pasternak, V. P. 2016. Zakonomirnosti formuvannya typiv lisu Lisostepu Kharkivshchyny [Patterns of formation of forest types of forest-steppe of the Kharkiv region]. Kharkiv, KhNAU, 190 p. (in Ukrainian).

Pasternak, V. P., Buksha, I. F., Tkach L. I. et al. 2008. Lisova taksatsiia. Metodychni vkazivky dlia vykorystannia poliovoyi HIS Field-Map studentamy fakultetu lisovoho hospodarstva napriamu 6.090103 – lisove i sadovo-parkove hospodarstvo [Forest mensuration. Guidelines for the use of field GIS Field-Map by students of the Faculty of Forestry in the specialty 6.090103 – forestry and park-gardening). Kharkiv, KhNAU, 59 p. (in Ukrainian).

Pasternak, V. P., Yarotskiy V. Yu., Garmash A. V. 2016. Lisotypolohichni osoblyvosti Volodymyrivskoho PNDV NPP «Slobozhanskyy [Forest-typological features of Volodymyrivsky NPPD NNP "Slobozhansky"]. The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series: Soil Science, Farming, Forestry, Ecology of Soil, 2: 115–125 (In Ukrainian).

Piatnitskiy, S. S. 1959. Metodika issledovaniya yestestvennogo semennogo vozobnovleniya v lesakh Levoberezhnoy Lesostepi Ukrainy. [Methodology for the study of natural seed regeneration in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. Kharkiv, Izd-vo KhSKHI, 40 p. (in Russian).

Saltykov, A. N. 2014. Strukturno-funkcionalnye osobennosti estestvennogo vozobnovlenija pridoneckih borov [Structural and functional features of the natural regeneration of pine forests near Donetsk]. Kharkiv, KhNAU, 360 p. (in Russian).

Tkach, V. P., Buksha, I. F., Vedmid, M. M. 2013. Suchasni problemy rozvytku lisovoho hospodarstva Kharkivskoyi oblasti. [Modern problems of forestry development in the Kharkiv region.] Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 122: 3–11 (in Ukrainian).

Yarotsky, V. Yu., Pyvovar, T. S., Pasternak, V. P., Garmash, A. V. 2016. Struktura lisovykh nasadzhen sosny zvychaynoyi Livoberezhnoho Lisostepu Ukrayiny [The structure of pine stands at the Left-bank Forest-steppe of Ukraine]. Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University, 26.4: 56–59 (in Ukrainian).

Garmash A. V.

PINE STANDS OF FOREST-STEPPE ZONE OF KHARKIV REGION: PRODUCTIVITY AND NATURAL REGENERATION

Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchayev

The research data on pine forest stands in Forest-Steppe of Kharkiv Region are presented. The main stand characteristics were determined in the main types of forest site conditions of the studied region, based on sample plot data. The data on density, stock, average diameters and heights were analyzed in terms of age classes. The data from the permanent sample plots in the State Enterprise “Skrypayivske ERFE” and the sites of intensive monitoring in the State Enterprise “Zhovtneve Forest Economy” and National Nature Park “Slobozhansky” are given. The dynamics of stand characteristics on the plots are shown; particular attention was paid to the growing stock of the stands. A description of the ground vegetation for the forest types was made. The pattern of plant placement in the area and the percentage of projective coverage were determined. On the sample plots, the ratios of the projective coverage of grasses, lichens and mosses were determined separately. The study showed the dependence of the coverage on the forest type. Data on natural regeneration were analyzed; its density, placement pattern, average heights and diameters were defined and their dependence on location through the site was specified. The viability category for the advance growth was determined.

K e y w o r d s: pine stands, age classes, forest types, stand stock, natural regeneration, ground vegetation.

Гармаш А. В.

СОСНОВЫЕ НАСАЖДЕНИЯ ЛЕСОСТЕПИ ХАРЬКОВЩИНЫ: ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПРИРОДНОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ

Харьковский национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева

Приведены материалы исследований сосновых древостоев лесостепи Харьковской области. Установлены основные лесоводственно-таксационные показатели древостоев в основных типах лесорастительных условий региона исследования по данным пробных площадей. Проанализированы данные относительно полноты, запаса, среднего диаметра и высоты по классам возраста. Приведены данные постоянных пробных площадей в ГП «Скрипаевское УОЛХ» и участков интенсивного мониторинга в ГП «Октябрьское ЛХ» и НПП «Слобожанский». Показана динамика таксационных показателей на участках, особое внимание обращалось на запасы древостоев. Сделано описание напочвенного покрова участков по типам леса, определен характер их размещения по площади и проективное покрытие. Отдельно установлено соотношение проективного покрытия трав, лишайников и мхов на пробных площадях, показана его зависимость от типа леса. Проанализированы данные по естественному возобновлению, указаны его густота, характер размещения, средние показатели высот и диаметров и их зависимость от размещения на участке, определена категория жизнеспособности подроста.

К л ю ч е в ы е с л о в а: сосновые насаждения, классы возраста, типы леса, запас древостоя, естественное возобновление, напочвенный покров.

E-mail: garmash1505@gmail.com

Одержано редколегією: 27.11.2019

УДК 630.5

https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.24

***О. Б. ПРИХОДЬКО*[1,2]*, В. П. ПАСТЕРНАК*[2]*, В. Ю. ЯРОЦЬКИЙ*[2]**

СТАН, СТРУКТУРА І ПРОДУКТИВНІСТЬ СОСНОВИХ ЛІСІВ ДП «ЛИМАНСЬКЕ ЛГ»

[1]*ДП «Лиманське ЛГ»*
[2]*Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького*

Розглянуто особливості структури, продуктивності та стану соснових лісів ДП «Лиманське ЛГ» на типологічній основі. За результатами аналізу бази даних «Лісовий фонд» встановлено, що в лісовому фонді домінують чисті соснові деревостани у свіжих і сухих борах та свіжих суборах, що визначається кліматичними умовами та співвідношенням типів рельєфу. Соснові деревостани є середньопродуктивними: середній клас бонітету становить I,7, середня повнота – 0,76. Найбільші частки за площею займають деревостани VI–VIII класів віку.
З використанням польової ГІС Field-Map на дослідних ділянках проведено оцінювання основних компонентів лісових екосистем, визначено санітарний стан соснових деревостанів. За станом соснові ліси характеризуються як ослаблені та сильно ослаблені. Індекс стану без урахування сухостою становить від I,53 до II,70. Найгірший стан визначено на ділянках, пошкоджених пожежами (II,49–II,70). Встановлено основні чинники, що негативно впливають на стан лісів (зміна рівня ґрунтових вод, ураження хворобами, пошкодження пожежами).
К л ю ч о в і с л о в а: типологічна структура, санітарний стан, геоінформаційні системи (ГІС).

Значні за розміром лісові масиви мають важливе значення для степової зони, особливо для регіонів, найбільш проблемних для росту і розвитку лісів. Дослідженнями П. І. Лакиди й В. М. Ловинської (Lakyda & Lovinska 2014) охоплено ліси Придніпровського Північного Степу, О. М. Тарнопільська (Tarnopilska 2015) досліджувала різні аспекти формування соснових деревостанів Ізюмського бору. Соснові ліси Північної частини Донеччини досліджені меншою мірою.

Останнім часом помічено тренди до підвищення температури повітря та зменшення кількості опадів. Негативні наслідки зміни клімату посилюються через те, що більшість соснових лісів мають штучне походження та є одноярусними одновіковими монокультурами. За песимістичних сценаріїв зміни клімату (Buksha et al. 2017) стан соснових лісів Степу погіршуватиметься, а умови стануть несприятливими для росту.

Одним із найбільших лісових масивів Донеччини є ліси ДП «Лиманське ЛГ», які розташовані в басейні річки Сіверський Донець. Станом на 01.01.2017 загальна площа ДП «Лиманське ЛГ» становить 24903 га, вкрито лісовою рослинністю 20150 га. Велике значення цих лісів для регіону Донбасу відображається в особливостях ведення лісового господарства. Найбільшу частку займають ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення – 17927 га, площа рекреаційно-оздоровчих лісів становить 5635 га, захисних – 1340 га. На цей час на території ДП «Лиманське ЛГ» виділено два об’єкти природно-заповідного фонду (НПП «Святі Гори» та Ямпольський ландшафтний заказник).

Метою досліджень було оцінювання основних лісівничо-таксаційних характеристик і стану соснових деревостанів ДП «Лиманське ЛГ».

Матеріали й методи. За лісотипологічним районуванням територія ДП «Лиманське ЛГ» належить до області сухого порівняно теплого клімату (1е) Донецького району байрачних лісів (Ostapenko & Tkach 2002). Клімат – континентальний, літо жарке й посушливе, осінь тривала й тепла, зима нестійка, але часом холодна і малосніжна, весна зазвичай коротка. Вегетаційний період становить 190–200 днів, сума активних температур – 2700–3000 °С, середньорічна температура повітря – 6,7 °С. Літні опади часто випадають у вигляді злив. Сума позитивних середньомісячних температур становить 104–124°С, показник вологості за Д. В. Воробйовим 0,6…-0,8, показник континентальності клімату – 27–32°С. Для регіону досліджень характерними є високий показник випаровуваності (до 650 мм·рік$^{-1}$) та порівняно низька відносна вологість повітря, через що можуть виникати повітряні та ґрунтові засухи.

Лісівничо-таксаційні характеристики соснових деревостанів аналізували з використанням інформації з повидільної бази даних «Лісовий фонд» станом на 01.01.2011 та

загальноприйнятих у лісовій таксації методик (Hrom 2010). Стан дерев і деревостанів оцінювали відповідно до «Санітарних правил у лісах України» (Sanitarni pravyla 2016).

Для детального оцінювання структури та стану соснових лісів на типологічній основі в липні – серпні 2019 р. в ДП «Лиманське ЛГ» було обстежено 18 дослідних ділянок (кругові, площею 0,1 га та полігональні площею 0,12 га). На ділянках оцінювали характеристики основних компонентів лісових екосистем: деревостану та піднаметової рослинності, живого надґрунтового покриву, ґрунту. Пробні площі закладали з урахуванням стандарту організацій «Площі пробні лісовпорядні» (Ploshchi probni 2006). На ділянках для модельних дерев вимірювали висоти та показники крон. Для виконання робіт на пробних площах та первинної обробки даних використовували технологію Field-Map, яку розроблено спеціалістами Інституту досліджень лісових екосистем (IFER, Чеська Республіка) (Cherny et al. 2009).

Результати та обговорення. У межах ДП «Лиманське ЛГ» долина Сіверського Дінця об'єднує заплаву, першу і другу надзаплавні тераси. В заплаві домінують дубові ліси, а в притерасній частині – вільхові. На першій надзаплавній терасі розповсюджено піски з еоловими формами рельєфу (горби і дюни висотою 1,3–13,0 м). Тут домінують соснові деревостани, в пониженнях – березові та вільхові. Друга надзаплавна тераса характеризується схилами різних експозицій крутизною 5–15° із ґрунтами різного ступеня змитості. Таке співвідношення типів рельєфу визначає типологічну структуру лісів (табл. 1).

Таблиця 1

Розподіл площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за деревними породами, га

Тип лісу	Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.)	Дуб звичайний (*Quercus robur* L.)	Ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.)	Береза повисла (*Betula pendula* Roth.)	Вільха чорна (*Alnus glutinosa* (L.) Gaerth.)	Інші породи	Загалом
A_1–С	1865,8	–	–	0,6	–	–	1866,4
A_2–С	7049,3	–	0,3	29,1	3,9	6,8	7089,4
A_3–С	13,1	–	–	1,7	–	4,1	18,9
B_1–дС	29,5	1,0	–	–	–	6,0	36,5
B_2–дС	3273,3	80,9	–	60,7	0,2	47,6	3462,7
B_3-дС	214,0	21,3	–	300,0	1,8	18,6	555,7
C_1-кпД^e	8,2	38,3	–	0,2	–	74,7	121,4
C_2-лдС	10,5	3,6	–	18,8	2,0	19,0	53,9
C_2-кпД	114,6	57,5	–	0,6	–	154,5	327,2
C_3-лдС	2,2	14,4	–	6,3	9,8	-	32,7
C_3-Д^з	1,6	–	–	19,0	23,2	23,0	66,8
C_4-Влч	0,2	1,3	–	243,1	1134,2	21,1	1399,9
D_1-бкпД	6,3	67,6	89,0	–	–	382,4	545,3
D_2-бкпД	9,6	858,9	98,1	–	–	217,3	1183,9
D_3-бкпД^з	4,2	1351,1	289,1	–	–	388,4	2032,8
Усього	12602,4	2495,9	476,5	680,1	1175,1	1363,5	18793,5

Переважають соснові ліси, що обумовлено особливостями будови долини р. Сіверський Донець. Найбільші площі серед соснових типів лісу займають свіжий сосновий бір (A_2-С – 29,2 %), свіжий дубово-сосновий субір (B_2-дС – 14,3 %) та сухий сосновий бір (A_1-С – 7,7 %), дещо менше представлений вологий дубово-сосновий субір (B_3-дС – 2,3 %). Порівняльний аналіз даних лісовпорядкування та натурних досліджень свідчить про доцільність уточнення типів лісу та визначення цільових порід. Зокрема, в результаті пониження ґрунтових вод на деяких ділянках зменшилася вологість ґрунтів, що могло призвести до зміни гігротопу. Слід

також зазначити, що доцільно зберігати ділянки листяних деревостанів у соснових типах лісу для збереження біорізноманіття та зменшення пожежної небезпеки.

На більшості площ деревостани за панівними деревними породами відповідають типам лісу, але мають порушену структуру. Зокрема, деревостани сосни є переважно простими та чистими або з незначною домішкою інших порід. Встановлено переважання чистих деревостанів із повним домінуванням сосни звичайної на площі 11865,8 га (94,2 %). Мішані насадження з часткою сосни у складі 8–9 одиниць займають 331,6 га (2,6 %), 6–7 одиниць – 324 га (2,6 %), 5 одиниць – 81 га (0,6 %). У домішці супутніми породами переважно є дуб звичайний, робінія звичайна та береза повисла. На ділянках надґрунтовий покрив відповідав визначеним типам лісу.

Розподіл соснових деревостанів за класами віку характеризується значною нерівномірністю (рис. 1).

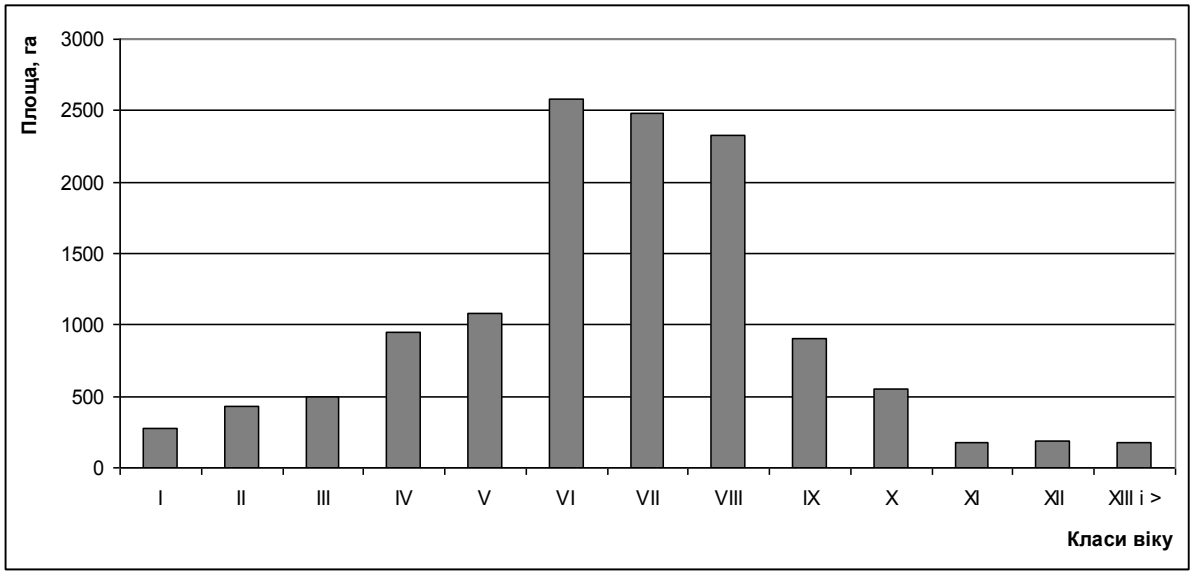


Рис. 1 – Розподіл соснових деревостанів за класами віку

Найбільші частки за площею займають деревостани VI (20,4 %), VII (19,6 %) та VIII (18,4 %) класів віку, що пов’язано зі значними обсягами лісовідновлення та лісорозведення в середині минулого століття.

На основі аналізу бази даних «Лісовий фонд» встановлено, що соснові деревостани характеризуються середнім рівнем продуктивності (табл. 2).

Таблиця 2

Розподіл соснових деревостанів за класами бонітету

Показник	Клас бонітету					
	Ia і вище	I	II	III	IV і нижче	Загалом
Площа, га	949,4	3837,6	5490,8	2045,4	279,2	12602,1
Частка, %	7,6	30,4	43,6	16,2	2,2	100

Найбільшу частку займають насадження II класу бонітету (43,6 %), частка I становить 30,5 %, III – 16,2%. Середній клас бонітету – I,7. Важливим показником, що характеризує фактичну продуктивність і стан деревостанів, є повнота (табл. 3).

Таблиця 3

Розподіл соснових деревостанів за повнотами

Показник	Повнота							
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	Загалом
Площа, га	156,1	482,4	1101,7	3065,4	6006,4	1766,9	23,5	12602,1
Частка, %	1,3	3,8	8,7	24,3	47,7	14,0	0,2	100,0

Найбільшу частку займають деревостани з повнотою 0,8 (47,7 %). Частка деревостанів із повнотою 0,7 становить 24,3 %, із повнотою 0,9 – 14,0 %. Середня повнота – 0,76.

Пробні ділянки закладали в місцях, що характеризують соснові ліси ДП «Лиманське ЛГ» за лісівничо-таксаційними показниками та рівнем антропогенного впливу (табл. 4).

Таблиця 4

Лісівничо-таксаційна характеристика дослідних ділянок

№ ділянки	Тип лісу	Вік, років	Середні		G, $м^2 \cdot га^{-1}$	Повнота	M, $м^3 \cdot га^{-1}$	Клас бонітету
			H, м	D, см				
1	A_2-С	43	14,2	13,5	28,3	0,74	185	II
2	A_2-С	40	14,0	14,1	29,6	0,78	188	II
3	A_2-С	57	23,0	23,8	34,3	0,72	350	Ia
4	A_2-С	81	23,2	23,7	36,9	0,78	390	II
5	A_1-С	73	21,7	19,5	31,2	0,69	307	II
6	A_2-С	63	21,6	20,9	37,6	0,81	360	I
7	B_{2-3}-дС	101	25,4	29,3	42,2	0,86	475	II
8	A_2-С	86	23,0	24,7	36,4	0,77	374	II
9	A_1-С	66	23,0	21,9	37,7	0,79	389	I
10	A_2-С	86	20,3	19,9	33,7	0,75	308	III
11	A_2-С	60	19,1	18,4	33,6	0,76	301	II
12	B_2-дС	80	24,4	26,7	21,8	0,45	240	I
13	B_2-дС	80	20,8	23,7	30,3	0,66	294	II
14	A_2-С	84	20,5	20,0	13,8	0,31	130	III
15	B_2-дС	42	20,2	22,4	35,6	0,78	333	Ia
16	B_2-дС	80	26,0	25,6	40,0	0,81	469	I
17	B_2-дС	75	24,7	22,7	37,4	0,77	422	I
18	B_2-дС	75	28,5	26,8	34,3	0,68	434	Ia

Примітка. Ділянки 15–18 пошкоджені низовими пожежами у 2014 р.

Повнота на ділянках є нерівномірною, наявні осередки кореневої губки. Полігональні пробні площі закладали в міжосередковому просторі, кругові ділянки 12–13 та 17–18 закладали для порівняння стану пошкоджених і непошкоджених частин насадження. Стан деревостанів на ділянках характеризували за індексом стану, часткою сухостійних дерев і дерев із візуальними ознаками пошкоджень і уражень (табл. 5).

За індексом санітарного стану деревостани характеризуються як ослаблені та сильно ослаблені. Частка пошкоджених дерев на більшості ділянок є порівняно незначною. Основними типами пошкодження дерев були: механічні пошкодження, гнилі стовбура, смолотеча, стовбурові комахи та пошкодження пожежею.

За результатами оцінювання встановлено, що за станом, визначеним із урахуванням сухостою, деревостани на контрольних ділянках (11, 13, 15, 17) є ослабленим (індекс стану II,27–II,87), а на пошкоджених – сильно ослабленими (індекс стану III,13–III,23). На ділянках, пошкоджених лісовими пожежами, помічено тенденцію до погіршення стану дерев зі збільшенням висоти та периметра нагару.

Індекс стану, визначений без урахування сухостою, становить від I,53 до II,70. Найгірший стан визначено на ділянках, пошкоджених пожежами (II,49–II,70). Частка пошкоджених дерев варіює від 1,0 до 100 %. На ділянках 12, 14 та 18 наявний патологічний відпад як за обсягом, так і за діаметром (Metodychni rekomendatsiyi 2010). Частка відпаду за запасом становить 24,2, 59,7, 17,2 %, а середній діаметр дерев відпаду від середнього діаметра живої частини деревостану становить 92,0, 101,5, 84,9 % відповідно. На стан лісів негативно впливають кар'єри, що є одним із факторів зниження рівня ґрунтових вод, а також пожежі, рекреаційне навантаження та коренева губка.

Таблиця 5

Характеристика стану соснових деревостанів

№ ділянки	Індекс стану		Частка сухостійних дерев, %	Частка пошкоджених дерев, %
	з урахуванням сухостою	без сухостою		
1	1,60	I,57	1,0	1,0
2	I,71	I,65	1,9	1,0
3	I,56	I,53	1,0	5,1
4	I,70	I,70	0,0	4,8
5	II,52	II,39	5,0	4,2
6	I,68	I,61	2,0	1,0
7	I,79	I,73	2,0	5,1
8	I,75	I,65	2,8	8,7
9	II,13	II,07	2,0	9,0
10	II,03	II,00	2,0	3,0
11	II,27	II,19	3,1	2,4
12	III,13	II,41	27,8	7,7
13	II,27	II,23	1,4	4,3
14	IV,15	II,52	58,9	4,5
Ділянки, пройдені лісовими пожежами				
15	2,69	2,59	4,2	100
16	2,80	2,49	12,2	100
17	2,87	2,69	7,9	100
18	3,23	2,70	22,8	100

Висновки. Співвідношення типів рельєфу визначає типологічну структуру лісів ДП «Лиманське ЛГ»: на борових терасах найбільші площі займають свіжий сосновий бір (A_2-С), свіжий дубово-сосновий субір (B_2-дС) та сухий сосновий бір (A_1-С). Переважають соснові деревостани VI–VIII класів віку, які характеризуються середнім рівнем продуктивності (за класами бонітету – I,7 та повнотами – 0,76). Порівняльний аналіз даних лісовпорядкування та натурних досліджень свідчить про необхідність уточнення типів лісу та визначення цільових порід. За станом соснові деревостани є ослабленими та сильно ослабленими, що пояснюється несприятливими умовами для їхнього росту, антропогенним впливом (зміна гідрологічного режиму, зокрема внаслідок добування корисних копалин та водозаборів, пожежі 2014 р.) та ураженням хворобами. Найгірший стан визначено на ділянках, пошкоджених пожежами (індекс стану без урахування сухостою становить II,49–II,70).

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Buksha, I. F., Bondaruk, M. A., Tselyshchev, O. G., Pyvovar, S. T., Buksha, M. I., Pasternak V. P. 2017. Prohnoz zhyttiezdatnosti sosny zvychaynoyi i duba zvychaynoho pry zmini klimatu v rivnynniy chastyni Ukrayiny [Vitality forecasting for Scots pine and English oak in condition of climate change in the lowland of Ukraine]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 130: 146–158 (in Ukrainian).

Cherny, M., Buksha, I. F., Buksha, M. I. 2009. Peredovyye tekhnologii dlya polevogo sbora dannykh v lesnom khozyaystve [Advanced technologies for field data collection in forestry]. Oborudovaniye i instrument dlya professionalov [Equipment and tools for professionals], 2: 62–65 (in Russian).

Hrom, M. M. 2010. Lisova taksatsiya [Forest mensuration]. Lviv, RVV NLTU, 416 p. (in Ukrainian).

Lakyda, P. I. and Lovinska, V. M. 2014. Osoblyvosti funktsionuvannya sosnovykh derevostaniv Prydniprovs′koho Pivnichnoho Stepu Ukrayiny [Peculiarities of functioning of pine stands of Pridneprovsky Northern Steppe of Ukraine]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 125: 19–24 (in Ukrainian)

Metodychni rekomendatsiyi shchodo obstezhennya oseredkiv stovburovykh shkidnykiv lisu [Methodical recommendations for the survey of the foci of stem pests of forest]. 2010. [Meshkova, V. L., Ed.]. Kharkiv, URIFFM, 27 p. (in Ukrainian).

Ostapenko, B. F. and Tkach, V. P. 2002. Lisova typolohiya [Forest typology]. Part 2. Kharkiv, Khark. Derzh. ahrar. un-t im. V. V. Dokuchayeva, 204 p. (in Ukrainian)

Ploshchi probni lisovporyadni. Metod zakladannya. SOU 02.02-37-476:2006. [Forest inventory sample plots. Establishing method. Corporate standard 02.02-37-476:2006]. 2007. Valid from May 1, 2007. Kyiv, Minahropolityky Ukrayiny, 32 p. (in Ukrainian).

Sanitarni pravyla v lisakh Ukrayiny [Sanitary Forests Regulations in Ukraine]. 2016. [Electronic resource]. V redaktsiyi postanovy Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 26 zhovtnya 2016. № 756. Available from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-п (last accessed date 20.11.2019) (in Ukrainian).

Tarnopilska, O. M. 2015. Vplyv riznykh rezhymiv dohlyadovykh ruban na rist, produktyvnist i tovarnu strukturu shtuchnykh sosnovykh derevostaniv Izyumskoho boru [The effect of different tending felling regimes on growth, productivity and merchantable structure of artificial pine stands in Izyum pine forest]. Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny [Scientific Bulletin of UNFU], 25.5: 100–106 (in Ukrainian).

Prikhodko O. B.[1,2], Pasternak V. P.[2], Yarotsky V. Yu.[2]

CONDITION, STRUCTURE AND PRODUCTIVITY OF PINE FORESTS OF STATE ENTERPRISE "LYMANSKE FOREST ECONOMY"

[1]*State Enterprise "Lymanske Forest Economy"*

[2]*Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G.M. Vysotsky*

Specificities of structure, productivity and condition of pine forests in State Enterprise "Lymanske Forest Economy" are considered on a typological basis. According to the analysis of the Forest Fund database, it is established that in the forest area pure pine stands dominate in fresh and dry infertile sites and fresh fairly infertile sites, which is determined by climatic conditions and the ratio of relief types. Pine stands are medium productive: the average site index is I,7, the average density of stocking is 0.76. The largest parts of the area are occupied by stands of VI–VIII age classes.

Using GIS Field-Map on the experimental sites, the assessment of the main components of forest ecosystems was carried out, and the health condition of pine stands was determined. By condition, the pine forests are characterized as weakened and severely weakened. The health condition index excluding dead trees ranges from I.53 to II.70. The worst condition was observed in areas damaged by fires (II.49–II.70). The main factors that negatively affect the forest condition (change in groundwater level, disease, damage by fires) were identified.

K e y w o r d s: typological structure, health condition, geoinformation systems (GIS).

Приходько О. Б.[1,2], Пастернак В. П.[2], Яроцкий В. Ю.[2]

СОСТОЯНИЕ, СТРУКТУРА И ПРОДУКТИВНІСТЬ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ГП «ЛИМАНСКОЕ ЛХ»

[1]*ГП «Лиманское ЛХ»*

[2]*Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого*

Рассматриваются особенности структуры, производительности и состояния сосновых лесов ГП «Лиманское ЛГ» на типологические основе. По результатам анализа базы данных «Лесной фонд» установлено, что в лесном фонде доминируют чистые сосновые древостои в свежих и сухих борах и свежих суборях, что определяется климатическими условиями и соотношением типов рельефа. Сосновые древостои являются среднепродуктивными: средний класс бонитета составляет I,7, средняя полнота – 0,76. Наибольшие доли по площади занимают древостои VI–VIII классов возраста.

С использованием полевой ГИС Field-Map на опытных участках проведена оценка основных компонентов лесных экосистем, определено санитарное состояние сосновых древостоев. По состоянию сосновые леса характеризуются как ослабленные и сильно ослабленные. Индекс состояния без учета сухостоя составляет от I,53 до II,70. Наиболее ослаблены древостои на участках, поврежденных пожарами (II,49–II,70). Установлены основные факторы, негативно влияющие на состояние лесов (изменение уровня грунтовых вод, поражение болезнями, повреждение пожарами).

К л ю ч е в ы е с л о в а: типологическая структура, санитарное состояние, геоинформационные системы (ГИС).

E-mail: monitoring@uriffm.org.ua

Одержано редколегією: 22.10.2019

УДК 630.114.14:630.416.16
https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.30

О. М. ТАРНОПІЛЬСЬКА[1,2], В. А. ЛУК'ЯНЕЦЬ[1], О. В. КОБЕЦЬ[1], Л. С. ЛУНАЧЕВСЬКИЙ[1], М. Г. РУМЯНЦЕВ[1]

РІСТ, СТРУКТУРА І СТАН НАСАДЖЕНЬ, СТВОРЕНИХ НА ЗРУБАХ УРАЖЕНИХ КОРЕНЕВОЮ ГУБКОЮ СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ

[1]Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького
[2]Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

Дослідження проведено у мішаних лісах із сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) і берези повислої (*Betula pendula* Roth.) на території лісогосподарських підприємств ДП «Корюковське ЛГ» і ДП «Семенівське ЛГ» у Східному Поліссі України. Мета досліджень полягала в порівняльному аналізі лісівничо-таксаційних показників, продуктивності й санітарного стану мішаних насаджень другої генерації, створених на зрубах соснових насаджень, уражених кореневою губкою. Встановлено, що, згідно з непараметричним критерієм узгодженості Колмогорова-Смірнова (λ), порівнювані емпіричні сукупності розподілу кількості стовбурів за ступенями товщини залежно від середнього діаметра деревостану в осередку всихання і на контролі (міжосередковий простір) належать до різних генеральних сукупностей і описані відмінними кривими. Виявлено, що густота і запас деревини мішаних штучних соснових насаджень в осередках усихання є значно меншими, ніж у міжосередковому просторі (на 15−62 % і 15–59 % відповідно), унаслідок патологічного відпаду. Середній діаметр живих дерев сосни в осередку всихання, якщо порівнювати з міжосередковим простором, різниться на 12 % як у більший, так і менший бік. В осередку всихання всихають товстіші дерева (у середньому на 15–42 %), ніж у міжосередковому просторі. У мішаних соснових насадженнях березова частина є стійкішою до ураження кореневою губкою та має значно кращий санітарний стан (індекс санітарного стану становить I,5–II,0 в осередку всихання проти I,2–I,5 в міжосередковому просторі), ніж соснова (індекс санітарного стану – II,1–IV,3 проти I,7–II,5 відповідно).
Ключові слова: *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., осередок усихання, міжосередковий простір, санітарний стан.

Вступ. Коренева губка (збудник – *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) є одним із найнебезпечніших захворювань кореневої системи хвойних видів. За результатами зарубіжних і вітчизняних досліджень ця хвороба спричиняє зниження запасу хвойних насаджень (Woodward et al. 1998, Garbelotto & Gonthier 2013, Lapitan et al. 2013, Vedmid et al. 2013, Musienko et al. 2018, Luk'yanets et al. 2019), послаблює їхню вітростійкість (Woodward et al. 1998), зумовлює передчасний розпад (Vollbrecht et al. 1994), сприяє масовому розмноженню ентомошкідників (Lyamtsev 2015), а також підвищує пожежну небезпеку й погіршує ґрунтозахисні, водоохоронні та санітарно-гігієнічні функції лісу (Bendz-Hellgren et al. 1999). Економічні втрати, зумовлені негативними наслідками дії *Heterobasidion* в Європі, оцінюються у 800 мільйонів євро на рік, і прогнозується їхнє зростання (Asiegbu et al. 2005).

Останніми роками в лісах Полісся України збільшилися площі осередків хвороб: на 30 % – від 90,9 тис. га у 2007 р. до 117,3 тис. га у 2014 р. У насадженнях із наявністю патологічних процесів 72 % площі (84,7 тис. га) припадає на сосняки, уражені кореневою губкою (Chudak 2014). Найбільші осередки цієї хвороби зосереджені в лісах, підпорядкованих Чернігівському (28,7 тис. га), Житомирському (14,2 тис. га), Київському (14,8 тис. га), Волинському (11,9 тис. га) та Рівненському (11,1 тис. га) обласним управлінням лісового і мисливського господарства (ОУЛМГ).

Шкідливість кореневої губки досліджували в Україні переважно в соснових насадженнях, створених на староорних землях (Lapitan et al. 2013, Vedmid et al. 2013, Musienko et al. 2018). Вплив кореневої губки на лісівничо-таксаційні показники, продуктивність і санітарний стан насаджень сосни звичайної (Сз) та берези повислої (Бп) другої генерації, тобто створених на зрубах соснових насаджень, уражених кореневою губкою, висвітлено лише у поодиноких працях (Lozitsky et al. 2013). Тому дослідження продуктивності й санітарного стану та розроблення заходів запобігання й контролю хвороби є надзвичайно актуальними.

Мета досліджень полягає у порівняльному аналізі лісівничо-таксаційних показників, продуктивності й санітарного стану мішаних насаджень другої генерації, створених на зрубах соснових насаджень, уражених кореневою губкою.

Матеріали й методи. Дослідження проводили в лісах двох лісогосподарських підприємств, ДП «Корюківське ЛГ» і ДП «Семенівське ЛГ» Чернігівського ОУЛМГ в умовах Східного Полісся. Для вивчення лісівничо-таксаційних показників, продуктивності й стану уражених кореневою губкою мішаних соснових насаджень закладено попарно 6 пробних площ (ПП) в осередках усихання, 6 пробних площ як контроль у порівняно здоровій частині тих самих насаджень (міжосередковий простір), а також 1 пробну площу в березовому насадженні. Кількість дерев на пробних площах варіює від 150 до 220 штук.

У лісовому фонді досліджених підприємств на зрубах уражених кореневою губкою соснових насаджень створювали переважно мішані культури сосни з різними схемами змішування та чисті березові з розміщенням садивних місць 2,0 × 0,5 м. Схема змішування рослин у лісових культурах на ПП 9 становить 3 ряди Сз, 1 ряд Бп, на ПП 12 – 5 рядів Сз, 3 ряди Бп, на ПП 14 – 3 ряди Сз, 2 ряди Бп, на ПП 2 – 3 ряди Сз, 3 ряди Бп, на ПП 5 – 2 ряди Сз, 8 рядів Бп. На ПП 1 у культурах сосни присутня у складі 1 Бп природного походження. ПП 3 закладено в чистому березовому насадженні.

Закладання постійних пробних площ і лісівничо-таксаційні дослідження на них проводили за загальноприйнятими у лісівництві і лісовій таксації методиками (Anuchyn 1982, Shvydenko et al. 1987, Neretin et al. 2006, Hrom 2007).

Стан дерев визначали згідно із Санітарними правилами в лісах України (Sanitarni pravyla 2016.). Індекс санітарного стану, який характеризує ступінь ослаблення деревостанів, обчислювали як середньозважений показник згідно з рекомендаціями УкрНДІЛГА (Voron et al. 2011) за формулою (1):

$$I_c = \frac{K_1 n_1 + K_2 n_2 + \cdots\ldots + K_6 n_6}{N}, \quad (1)$$

де I_c – індекс стану деревостану;
$K_1 \ldots K_6$ – категорія стану дерев (від I до VI);
$n_1 \ldots n_6$ – кількість дерев певної категорії стану;
N – загальна кількість дерев на пробній площі.

Матеріали дослідження статистично оброблено з використанням методів параметричного і непараметричного аналізу (Massey 1951, Dospekhov 1985). Накопичення, коригування, систематизацію вихідної інформації та візуалізацію отриманих результатів здійснювали в електронних таблицях Microsoft Excel. Статистичний аналіз проводили з використанням програми STATISTICA 13.3 (розробник – StatSoft.Inc). Під час порівняння середніх величин у нормально розподілених сукупностях кількісних даних обчислювали *t*-критерій Стьюдента (Dospekhov 1985). Отримані значення *t*-критерію Стьюдента оцінювали шляхом порівняння з критичними значеннями. Відмінності показників вважали статистично значущими за рівня значущості $p < 0,05$.

Під час досліджень продуктивності деревостанів використовували непараметричний критерій узгодженості Колмогорова-Смірнова (λ) (Massey 1951). Для цього порівнювали два ряди емпіричних розподілів діаметрів дерев на попарних пробних площах (осередок усихання – ОС та міжосередковий простір – МО), закладених в уражених кореневою губкою соснових насадженнях, та оцінювали їхню належність до однієї генеральної сукупності.

Результати та обговорення. Результати аналізу значення λ свідчать, що порівнювані сукупності розподілу кількості стовбурів за ступенями товщини залежно від середнього діаметра деревостану в осередку всихання (ОС) і на контролі – міжосередковому просторі (МО) належать до різних генеральних сукупностей, і описані різними кривими (λ – 1,68–8,23) > 1,63, тобто достовірність відмінностей перевищує 95 % рівень.

На всіх пробних площах в осередках усихання у складі насадження кількість берези є більшою на 1–6 одиниць, ніж у міжосередковому просторі (табл. 1). Це дає змогу зробити припущення, що береза є стійкішою до ураження кореневою губкою, ніж сосна.

Таблиця 1

Лісівничо-таксаційна характеристика насаджень, створених на зрубах в осередках кореневої губки

№ ПП	Вік, років	Склад	Порода	Стан дерев	*N*, шт.·га$^{-1}$	*D*, см	*H*, м	*M*, м^3·га$^{-1}$	Повнота	Індекс стану I_c
ТЛУ A_2										
9 ОС	40	6Сз4Бп	Сз	живі	340	14,6	10,5	30,9	0,24	4,3
			Сз	сухі	405	12,4	9,3	24,7	0,22	–
			Бп	живі	327	13,0	11,0	25,7	0,17	1,6
			Бп	сухі	109	11,3	13,0	7,8	0,04	–
9 МО		9Сз1Бп	Сз	живі	1343	14,7	11	127,3	0,91	2,1
			Сз	сухі	150	10,1	10	5,8	0,05	–
			Бп	живі	400	8,8	8,9	11,8	0,09	1,4
			Бп	сухі	54	8,0	10,3	1,5	0,01	–
14 ОС	47	3Сз7Бп	Сз	живі	474	13,4	12,7	42.6	0,22	2,6
			Сз	сухі	59	12,9	12,5	4,8	0,03	–
			Бп	живі	721	14,7	15,6	89,8	0,47	1,5
			Бп	сухі	9	11,9	14,7	0,7	0,0	–
14 МО		9Сз1Бп	Сз	живі	1630	15,2	15,4	217,7	0,76	1,9
			Сз	сухі	56	8,8	11,3	1,6	0,01	–
			Бп	живі	300	15,6	16,3	44,8	0,14	1,4
ТЛУ B_2										
5 ОС	24	2Сз8Бп	Сз	живі	872	8,8	9,8	28	0,17	4,0
			Сз	сухі	286	6,2	7,6	3,1	0,02	–
			Бп	живі	2100	9,5	12,3	86,1	0,45	2,0
			Бп	сухі	114	6,4	9,9	1,8	0,01	–
5 МО		3Сз7Бп	Сз	живі	1420	8,8	9,8	43,2	0,29	2,5
			Сз	сухі	20	3,6	5,7	0,2	0,00	–
			Бп	живі	2060	9,5	12,5	90,5	0,46	1,5
			Бп	сухі	40	6,2	9,9	0,6	0,00	–
12 ОС	26	3Сз7Бп	Сз	живі	333	12,9	11,4	25,4	0,13	3,2
			Сз	сухі	100	10,7	10,5	4,9	0,03	–
			Бп	живі	684	12,9	14	61,2	0,24	1,5
			Бп	сухі	26	8,8	11,7	0,9	0,00	–
12 МО		6Сз4Бп	Сз	живі	1210	11,3	13,3	82,7	0,35	2,0
			Сз	сухі	100	8,8	11,0	3,5	0,02	–
			Бп	живі	828	11,3	14,1	57,1	0,22	1,2
1 ОС	48	9Сз1Бп	Сз	живі	645	23,2	18,7	234,1	0,62	2,1
			Сз	сухі	30	19,9	17,9	7,7	0,02	–
			Бп	живі	169	16	15,9	25,7	0,15	1,6
			Бп	сухі	53	17,1	16	9,2	0,03	–
1 МО		10Сз поод.Бп	Сз	живі	933	23,7	20,4	385,3	0,91	1,7
			Сз	сухі	13	16	17,8	2,1	0,01	–
			Бп	живі	130	10,1	15,5	8,3	0,04	1,4
			Бп	сухі	50	8,8	14,9	2,5	0,01	–

Закінчення табл. 1

№ ПП	Вік, років	Склад	Порода	Стан насадження	*N*, шт.·га$^{-1}$	*D*, см	*H*, м	*M*, м^3·га$^{-1}$	Повнота	Індекс стану I_c
2 ОС	49	4Сз6Бп	Сз	живі	257	22	19,1	85,6	0,23	3,3
			Сз	сухі	50	19,2	18,3	12,2	0,03	–
			Бп	живі	321	25,3	20,1	150,1	0,47	1,8
			Бп	сухі	21	23,2	19,7	8,2	0,02	–
2 МО		7Сз3Бп	Сз	живі	530	23,4	22,4	233,9	0,50	2,1
			Сз	сухі	10	16,4	20,9	2,0	0,00	–
			Бп	живі	230	23,2	20,8	93,1	0,32	1,5
			Бп	сухі	10	17,9	19,3	2,3	0,01	–
3 МО	41	10Бп	Бп	живі	625	19,9	20,1	179,5	0,66	1,5
			Бп	сухі	19	14,7	17,7	2,7	0,01	–

Примітка. Сз – сосна звичайна; Бп – береза повисла; ОС – осередок усихання; МО – міжосередковий простір.

Результати досліджень свідчать, що вплив кореневої губки на таксаційні показники і стан ураженої та неураженої частин насадження можливо пов'язати з комплексом факторів: інтенсивністю патологічного всихання, інтенсивністю і строками проведення лісогосподарських заходів у цих насадженнях, категорією та давністю розвитку осередку всихання тощо. Розвиток хвороби з часом призводить до зменшення загального приросту, відносної повноти та загального запасу насадження. Так, в осередках усихання густота й запас деревини мішаних штучних соснових насаджень є значно меншими (на 15−62 і 15–59 % відповідно), ніж у міжосередковому просторі, унаслідок патологічного відпаду (рис. 1). За результатами досліджень С. П. Распопіної та ін. (2013), проведених також в умовах Східного Полісся, різниця густоти та запасу соснових деревостанів першої генерації в осередках усихання та в міжосередкових просторах є дещо меншою (20–49 і 16–37 % відповідно), ніж у відповідних частинах другої генерації соснових насаджень, створених на зрубах в осередках кореневої губки.

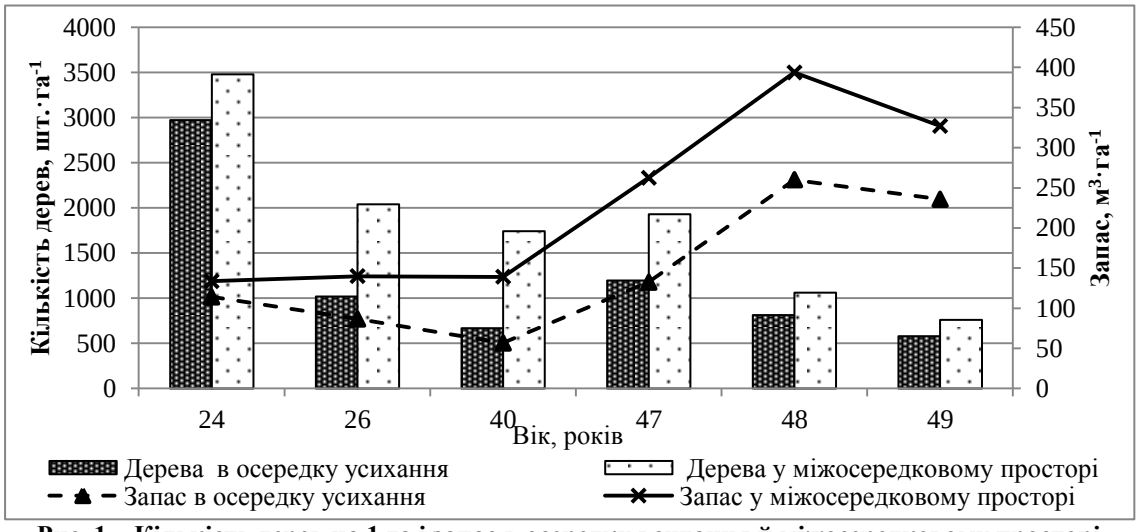


Рис. 1 – Кількість дерев на 1 га і запас в осередку всихання й міжосередковому просторі на пробних площах

Запас сухих дерев у міжосередковому просторі є невеликим і становить 0,8–7,3 м^3·га$^{-1}$. В осередках усихання він є значно більшим і сягає 4,8–32,5 м^3·га$^{-1}$. Різниця запасів сухих дерев в осередку всихання та міжосередковому просторі варіює від 40 до 84 % і становить у середньому 74 % ($t_{ф0,05}$ = 2,86…6,25 > $t_{т0,05}$ = 2,13…1,97) (рис. 2).

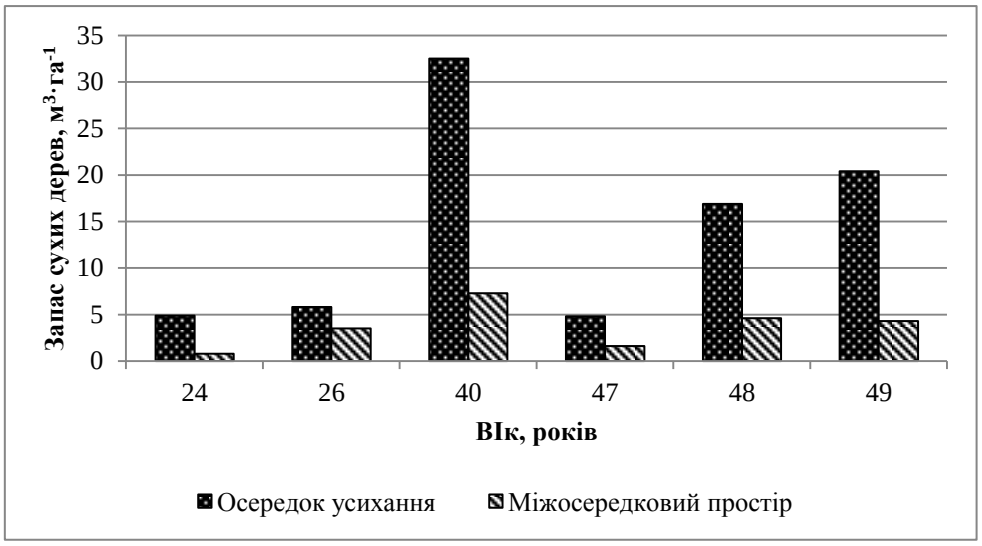


Рис. 2 – Запас сухих дерев в осередку всихання й міжосередковому просторі

Результати досліджень, проведених у Новгород-Сіверському Поліссі України (Lapitan et al. 2013), свідчать, що у пристиглих і стиглих соснових насадженнях, створених на староорних землях, в осередках усихання запас деревини зменшується в середньому на 24 та 33 % відповідно. За даними М. М. Ведмідя та ін. (Vedmid et al. 2013) запас і вартість ділової деревини соснових насаджень на староорних землях у Східному Поліссі України в осередках усихання зменшуються у 1,5–2 рази проти міжосередкового простору. В умовах Волинського Полісся України загальний запас і вартість ліквідної деревини уражених кореневою губкою штучних соснових насаджень у міжосередкових просторах є більшими на 42 %, ніж в осередках усихання (Musienko et al. 2018). Зважаючи на те, що проведено дослідження в соснових насадженнях другої генерації, створених на зрубах соснових насаджень, уражених кореневою губкою, втрати деревини тут є більшими, ніж у насадженні першої генерації в цих умовах. Це можна пояснити посиленням інфекційного фону кореневої губки у разі повторного створення соснових насаджень на ділянках із накопиченням патогена.

Наслідком негативного впливу кореневої губки є також суттєве зниження відносної повноти насаджень в осередках ураження. Різниця відносної повноти в осередку всихання та міжосередковому просторі варіює від 0,12 до 0,59 одиниць і становить у середньому 0,24 одиниці (рис. 3).

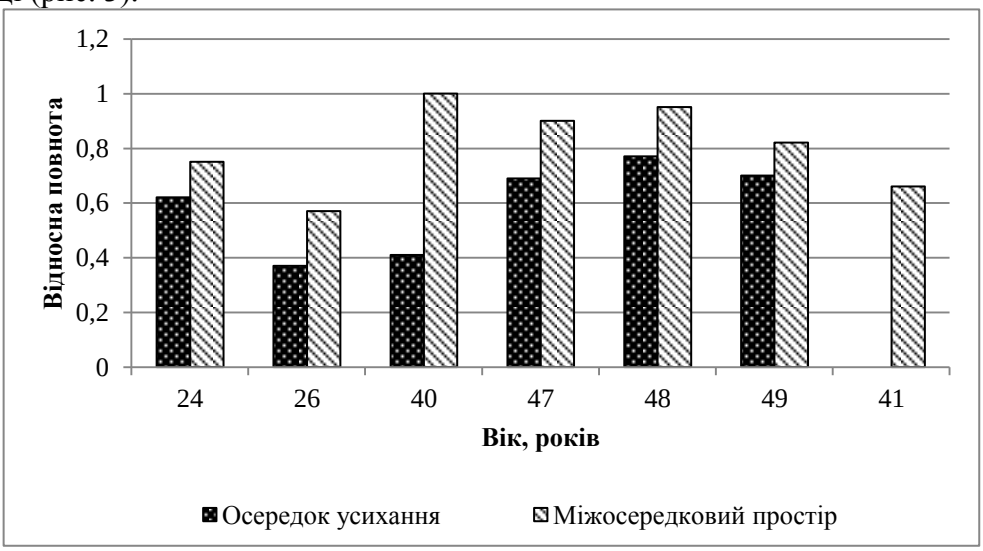


Рис. 3 – Відносна повнота насадження в осередку всихання й міжосередковому просторі

Середній діаметр живих дерев сосни в осередку всихання у порівнянні з міжосередковим простором різниться на 12 % як у більший, так і менший боки. Різниця значень діаметра у цих частинах молодняків є несуттєвою ($t_{ф0,05} = 0,28…0,62 < t_{т0,05} = 1,97…1,98$) і лише згодом у середньовікових насадженнях набуває статистичної значущості ($t_{ф0,05} = 2,44…4,82 > t_{т0,05} = 1,97$). За даними С. П. Распопіної та ін. (2013 р.) у чистих соснових насадженнях першого покоління на староорних землях визначено аналогічну тенденцію: середній діаметр штучних насаджень сосни звичайної в осередках усихання є більшим на 4 %, ніж у міжосередковому просторі.

У мішаних насадженнях другої генерації різниця значень середнього діаметра сухих дерев сосни осередку всихання та міжосередкового простору є суттєвою і становить 15–42 % (рис. 4). В осередку всихання у порівнянні з міжосередковим простором всихають дерева з достовірно більшим діаметром ($t_{ф0,05} = 2,24…3,83 > t_{т0,05} = 2,16…2,06$). Це пояснюється тим, що всихання дерев у неураженій частині насадження відбувається переважно за рахунок найтонших дерев IV–V класів Крафта. В осередку усихання гинуть не лише дерева IV–V класів, але й більш розвинені – I–III класів Крафта.

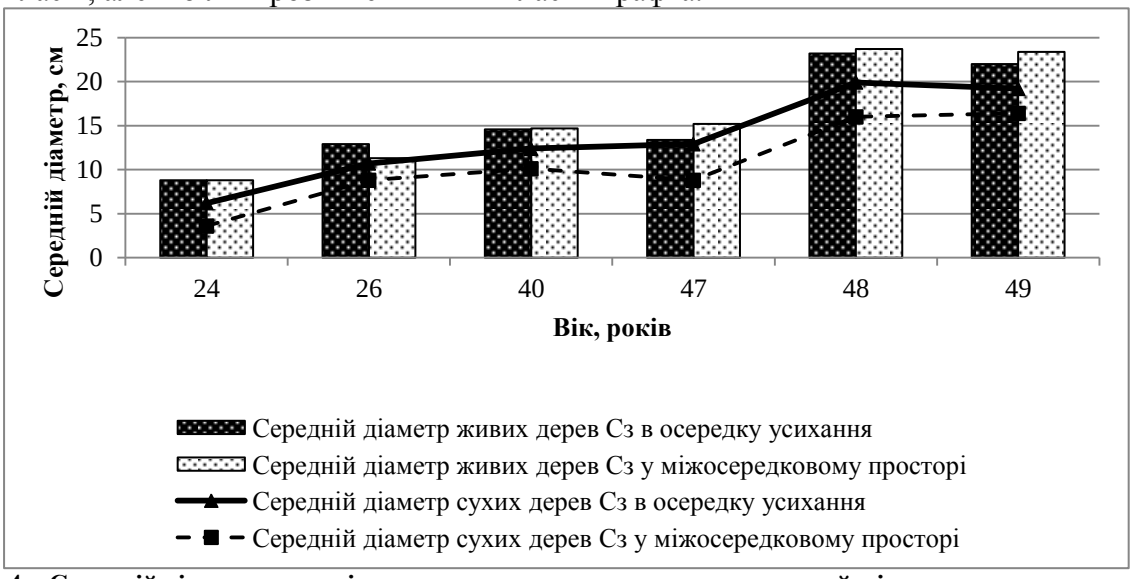


Рис. 4 – Середній діаметр живих і сухих дерев сосни в осередку всихання й міжосередковому просторі

Різниця значень діаметра сухих дерев берези в осередку всихання й міжосередковому просторі у молодняках до 40 років (ПП 9 і ПП 5) є несуттєвою ($t_{ф0,05} = 1,89…0,66 < t_{т0,05} = 1,99…2,26$). Зважаючи на триваліший патогенез кореневой губки, яка згодом уражає все товстіші дерева, у середньовікових мішаних насадженнях середній діаметр сухих дерев берези в осередках усихання стає достовірно більшим, ніж у міжосередкових просторах (ПП 1, 2) ($t_{ф0,05} = 2,43…3,83 > t_{т0,05} = 2,07…2,36$) (див. табл. 1).

У мішаних насадженнях другої генерації різниця значень середньої висоти живих дерев сосни в міжосередкових просторах та осередках усихання сягає 18 %. При цьому в молодняках до 40 років середня висота сосни в обох частинах насадження або майже не різниться, або в осередку усихання є несуттєво меншою, ніж у міжосередковому просторі ($t_{ф0,05} = 0,69…0,18 < t_{т0,05} = 2,07…2,14$). Згодом у середньовікових насадженнях ця різниця збільшується й стає статистично достовірною ($t_{ф0,05} = 3,16…5,51 > t_{т0,05} = 2,08…2,09$). Середня висота сухих дерев сосни в осередку всихання набуває значень, що перевищують (на 1–25 %) значення у міжосередковому просторі, або поступаються ним (на 5–12 %), причому ця різниця не є статистично достовірною ($t_{ф0,05} = 0,24…1,89 < t_{т0,05} = 1,99…2,06$). Виняток становить ПП 5, на якій сухі дерева в осередку всихання є суттєво вищими, ніж на контролі ($t_{ф0,05} = 3,83 > t_{т0,05} = 2,06$). Загалом осередок усихання поступається міжосередковому простору за середньою висотою сухих дерев у середньому на 1 % (рис. 5). Аналогічні результати отримали С. П. Распопіна та ін. (2013) для насаджень першої генерації, створених

на староорних землях, згідно з якими середня висота дерев сосни в осередках усихання є недостовірно меншою (на 3 %), ніж у міжосередковому просторі.

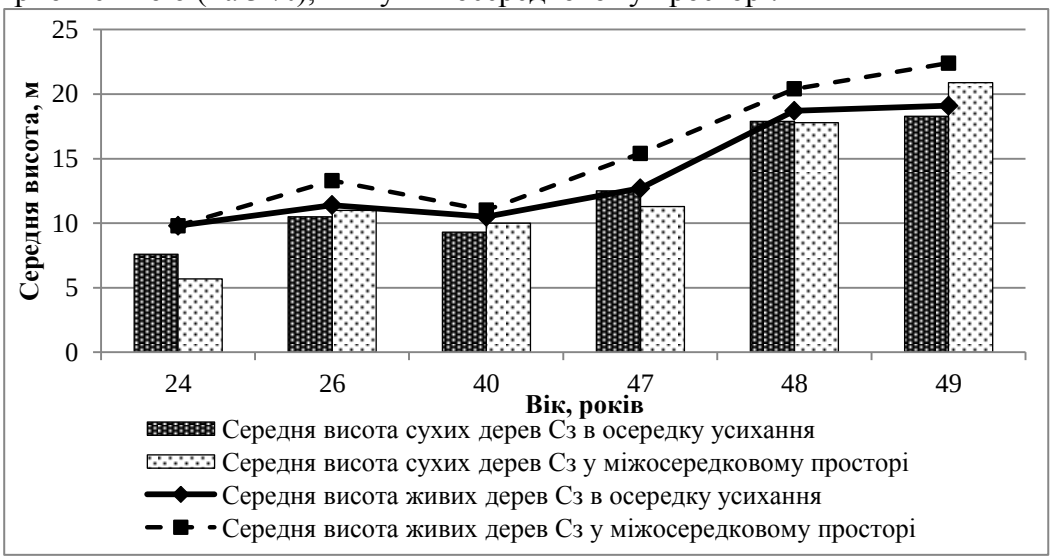


Рис. 5 – Середня висота живих і сухих дерев сосни в осередку всихання і міжосередковому просторі

Середня висота живих дерев берези в осередках усихання є або на 2–9 % є вищою, або на 1–4 % меншою, ніж у міжосередковому просторі, причому різниця в усіх випадках не є значущою ($t_{ф0,05}$ = 0,26…1,94 < $t_{т0,05}$ = 2,13…2,18). Середні висоти сухих дерев берези в осередку всихання й міжосередковому просторі в молодняках майже не різняться ($t_{ф0,05}$ = 0,66…1,67 < $t_{т0,05}$ = 2,26…2,07). У середньовікових насадженнях в осередку всихання гинуть вищі (до 21 %) дерева, ніж у міжосередковому просторі, і ця різниця є статистично достовірною ($t_{ф0,05}$ = 2,63…3,30 > $t_{т0,05}$ = 2,12…2,17) (рис. 6).

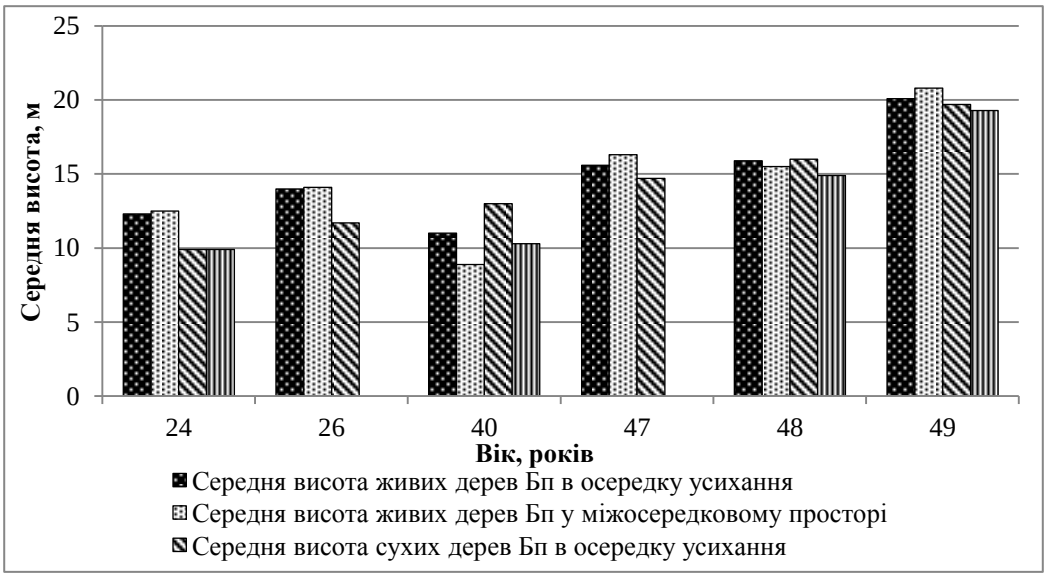


Рис. 6 – Середня висота живих і сухих дерев берези в осередку всихання й міжосередковому просторі

Санітарний стан насаджень другої генерації, які створено на зрубах в осередках кореневої губки, є значно гіршим, ніж стан насаджень першої генерації, створених на староорних землях. Так, за нашими дослідженнями, в осередку всихання стан сосни в мішаних соснових насадженнях другої генерації варіює від II,1 (ослаблені) до IV,3 (відмираючі), а в міжосередковому просторі – від I,7 до II,5 (ослаблені). Індекс стану берези в осередку всихання цих насаджень становить від I,5 (здорові) до II,0 (ослаблені), а в міжосередковому просторі – у межах I,2–I,5 (здорові).

Результати досліджень С. П. Распопіної та ін. (2013) у цьому ж регіоні свідчать, що за санітарним станом насадження сосни першої генерації в осередку всихання характеризуються як сильно ослаблені (I_c – у межах II,6–III,4), а насадження неураженої частини – як ослаблений (I_c – I,7–II,4). Березові насадження мають кращий стан (I_c = I,6…II,1), ніж соснові насадження в осередках кореневої губки.

Загалом березові деревостани вважають стійкішими до ураження кореневою губкою (Lygis et al. 2004a). Тому доцільно створювати чисті та мішані березові та інші листяні насадження у свіжих і вологих суборах на зрубах насаджень сосни, уражених кореневою губкою, з метою запобігання поширенню хвороби (Ladeyshchikova et al. 1974, Negrutskiy 1986, Vasilyauskas 1989, Peri et al. 1990, Lygis et al. 2004b, Lozitsky et al. 2013). Також дослідники пропонують на староорних землях в умовах свіжого субору вводити до складу соснового насадження березу повислу часткою не менше ніж 30 %, що прискорить перегнивання лісової підстилки і збагатить ґрунт азотом і зольними мінеральними речовинами (Alekseev 1974, Bilous 2009).

За даними досліджень М. М. Білоуса (Bilous 2009) в умовах Чернігівського Полісся запас мішаних сосново-березових насаджень з домішкою берези 10–20 % є вищим на 10–35 %, ніж чистих соснових. Домішка берези активує розкладання лісової підстилки та сприяє накопиченню поживних речовин у ґрунті. Дослідження, проведені в північно-східній Польщі (Bielak et al. 2014), свідчать, що в мішаних насадженнях сосни запас є у середньому на 41 % більшим у порівнянні з чистими. Окрім цього, мішані насадження є стійкішими до шкідників і хвороботворних мікроорганізмів, сприяють збагаченню біорізноманіття та покращенню естетичної та рекреаційної цінностей насаджень (Felton et al. 2016).

Висновки. У мішаних соснових насадженнях другої генерації в осередках усихання густота деревостанів є достовірно меншою на 15−62 %, а запас деревини – на 15–59 %, ніж у міжосередковому просторі, внаслідок патологічного відпаду. Середній діаметр живих дерев сосни в осередку всихання у порівнянні з міжосередковим простором різниться на 12 % як у більший, так і в менший боки. В осередку всихання у порівнянні з міжосередковим простором всихають товстіші на 15–42 % дерева.

У мішаних насадженнях другої генерації стан соснової частини в осередку всихання є значно гіршим (насадження від «ослаблених» до «відмираючих»), ніж у міжосередковому просторі, де насадження є «ослабленими». Березова частина насадження характеризується набагато кращим станом, в осередку всихання її насадження є від «здорових» до «ослаблених», а в міжосередковому просторі – «здоровими», що свідчить про кращу життєздатність березових насаджень в осередках кореневої губки.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Alekseev, I. A. 1974. Nauchnyye osnovy lesokhozyaystvennykh mer borby s kornevoy gubkoy v lesakh Polesya i Lesostepi USSR [Scientific bases for forest management activities to control root rot in the forests of Polissya and Forest-Steppe of Ukrainian SSR]: Avtoref. dis. na soisk. uch. step. d-ra s.-kh. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Leningrad, 35 p. (in Russian).

Anuchyn, N. P. 1982. Lesnaya taksatsyya [Forest assessment]. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 552 p. (in Russian).

Asiegbu, F. O., Adomas, A., Stenlid, J. 2005. Conifer root and butt rot caused by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. s. 1. Molecular Plant Pathology, 6: 395–409.

Bendz-Hellgren, M., Brandtberg, P.-O., Johansson, M., Swedjemark, G., Stenlid, J. 1999. Growth rate of *Heterobasidion annosum* in *Picea abies* established on forest land and arable land. Scand. J. For. Res., 14(5): 402–407.

Bielak, K, Dudzińska, M, Pretzsch, H. 2014. Mixed stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) can be more productive than monocultures. Evidence from over 100 years of observation of long-term experiments. Forest Systems, 23: 573–589.

Bilous, M. M. 2009. Ekoloho-lisivnychi osoblyvosti vidtvorennya lisovykh nasadzhen na staroornykh zemlyakh Chernihivskoho Polissya [Ecological and forestry peculiarities of reproduction of forest stands on the abandoned rable lands of the Chernihiv Polissya]. Avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. s.-kh. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Kyiv, 20 p. (in Ukrainian).

Chudak, V. V. 2014. Informatsiya pro stan lisiv Polissya ta Podillya Ukrayiny [Information about conditions of forests in Polissya and Podillya zones of Ukraine]. [Electronic resource]. Available from: http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article;jsessionid=0496D5C46F8CDF9F264E0C1FC35FC96B.app2?art_id=118307&cat_id=81209 (last accessed date 14.08.2019) (in Ukrainian).

Dospekhov, B. A. 1985. Metodika polevogo opyta [Methodology of field experience]. 5th Edition. Kyiv, Agropromizdat, 351 p.

Felton, A., Nilsson, U., Sonesson, J, Felton, A. M., Roberge, J. M., Ranius, T., Ahlström, M., Bergh, J., Björkman, C., Boberg, J., Drössler, L., Fahlvik, N., Gong, P., Holmström, E., Keskitalo, E. C., Klapwijk, M. J., Laudon, H., Lundmark, T., Niklasson, M., Nordin, A., Pettersson, M., Stenlid, J., Sténs, A., Wallertz, K. 2016. Replacing monocultures with mixed-species stands: Ecosystem service implications of two production forest alternatives in Sweden. Ambio, 45(S2): 124–139.

Garbelotto, M. and Gonthier, P. 2013. Biology, epidemiology, and control of Heterobasidion species Worldwide. Ann. Rev. Phytopath., 51: 39–59.

Hrom, M. M. 2007. Lisova taksatsiya [Forest mensuration]. Lviv, RVV NLTU, 416 p. (in Ukrainian).

Ladeyshchikova, E. I., Pobegaylo,A. I., Belyy, G. D., Alekseev, I. A., Chernykh, A. G., Pasternak, G. M., Shekhovtsov, A. G., Korobchenko, A. G. 1974. O prichinakh predraspolozhennosti sosnyakov na staropakhotnykh zemlyakh k zabolevaniyu [About the predisposing causes to the disease for pine forests on formerly arable lands]. In: Ladeyshchikova, E. I., Pobegaylo,A. I., Pasternak, G. M. And Ladnykh, L. F. (Eds.): Kornevaya gubka [Root Rot]. Prapor, Kharkiv, p. 22–31 (in Russian).

Lapitan, O. V., Zhemchuzhin, V. Y., Melnik, T. I. 2013. Skladovi zbytkiv vid korenevoyi hubky v prystyhayuchykh ta styhlykh sosnovykh nasadzhennyakh Novhorod-Siverskoho Polissya [Components of damage from the root fungus in ripening and mature pine plantations of Novgorod-Seversk Polyssya]. The SNAU Vestnik, 11 (26): 14–19 (in Ukrainian).

Lozitsky, V. G., Vedmid, N. M., Ustsky, I. M. 2013. O tselesoobraznosti zameny sosnovykh drevostoyev porazhennykh kornevoy gubkoy na berozovyye nasazhdeniya [About expediency of replacing pine stands affected by the root fungus by birch stands].In: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Sovremennoe sostoyanie i perspektivy ohrany i zaschity lesa v sisteme ustoychivogo razvitiya» [Proceedings of International Scientific and Practical Conference "Current state and prospects of forest conservation and protection within the frasmework of sustainable development], October 9–11, 2013.. Gomel, GNU Institut lesa NAN Belarusi, p. 236–240 (in Russian).

Luk'yanets, V., Tarnopilska, O., Obolonyk, I., Musienko, S., Bondarenko, V., Kolenkina, M. 2019. The impact of *Heterobasidion* root rot on the density, growing stock volume, and health condition of scots pine and silver birch stands in Volyn Polissya zone, Ukraine. Forestry ideas, 25(1): 70–90.

Lyamtsev, N. I. 2015. Rezultaty izucheniya kornevoy gubki v Buzulukskom boru [Findings of root rot studies in the Buzuluksky pine wood]. In: Storozhenko, V. G., Zviagintsev, V. B. (Eds.): Problemy lesnoy fitopatologii i mikologii [Problems of Forest Phytopathology and Micology]. Materials of the IX International conference, October 19–24, 2015, Minsk-Moscow-Petrozavodsk. Minsk, BSTU, p. 118–121 (in Russian).

Lygis, V., Vasiliauskas, R., Stenlid, J. 2004a. Planting *Betula pendula* on pine sites infested by *Heterobasidion annosum*: disease transfer, silvicultural evaluation, and community of wood-inhabiting fungi. Canadian Journal of Forest Research, 34(1): 120–130.

Lygis, V., Vasiliauskas, R., Stenlid, J., Vasiliauskas, A. 2004b. Silvicultural and pathological evaluation of Scots pine afforestations mixed with deciduous trees to reduce the infections by *Heterobasidion annosum* s.s. For. Ecol. Manag., 201(2–3): 275–285.

Massey, F., J., Jr. 1951. The Kolmogorov-Smirnov Test for Goodness of Fit. [Electronic resource]. Journal of the American Statistical Association, 46(253): 68–78. Available from: https://r-forge.r-project.org/scm/viewvc.php/*checkout*/pkg/literature/1951-jamsta-massey-kolmsmirntest.pdf?root=glogis (last accessed date 14.08.2019).

Musienko, S., Luk'yanets, V., Tarnopylska, O., Kobets, O., Babenko, V. 2018. Merchantability and assortment structure of pine stands affected by root rot in the Volyn Polissya region, Ukraine. Central European Forestry Journal, 64: 96–103. DOI: 10.1515/forj-2017-0034

Negrutskiy, S. F. 1986. Kornevaya gubka [Root Rot]. Moscow, Agroptomizdat, 196 p. (in Russian).

Neretin, S. D., Chiglyaev, I. F., Yosipenko, A. D., Zaremskiy, A. D., Shvets, M. I. 2006. Instruktsiya z vporyadkuvannya lisovoho fondu Ukrayiny. Poliovi roboty [Instruction on forest surveying in Ukraine. Field works]. State Forestry Committee of Ukraine, Irpin, 75 p. (in Ukrainian).

Peri, T., Korhonen, K., Sairanen, A. 1990. Occurrence of *Heterobasidion annosum* in pure and mixed spruce stands in Southern Finland. Scan. J. For. Res., 5(1–4): 113–125. DOI: 10.1080/02827589009382598

Raspopina, S. P., Tarnopilska, O. M., Lukjanetc, V. A., Kobets, O. V. 2013. Lisovi nasadzhennya ta osoblyvosti gruntiv u oseredkakh poshyrennya korenevoyi hubky na staroornykh zemlyakh Skhidnoho polissya [Standing forest and characteristics of soils in focuses of dispersion a pine fungus (*Heterobasidion annosum* (Fr) Bref.) on abandoned agricultural lands of East Polissya]. [Electronic resource]. Scientific Bulletin of UNFU, 23.13: 64–73. Available from: http://nltu.edu.ua/nv/Archive/2013/23_13/64_Ras.pdf (last accessed date 14.08.2019) (in Ukrainian).

Sanitarni pravyla v lisakh Ukrayiny. [Sanitary Forests Regulations in Ukraine]. 2016. [Electronic resource]. Approved by Cabinet of Ministers of Ukraine. Kyiv, 20 p. Available from: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/555-95-%D0%BF (last accessed date 14.08.2019) (in Ukrainian).

Shvydenko, A. Z., Strochinsky, A. A., Savich, Yu. N., Kashpor, S. N. (Eds.). 1987. Normativno-spravochnyye materialy dlya taksatsii lesov Ukrainy i Moldavii [Regulatory reference materials for forest inventory in Ukraine and Moldova]. Kyiv, Urozhay, 559 p. (in Ukrainian).

Vasiliauskas, A. 1989. Kornevaya gubka i ustoychivost ekosistem khvoynykh lesov [Root fungus and the resistance of coniferous forests' ecosystems]. Vilnius, Mokslas Publishers, 175 p. (in Russian).

Vedmid, M. M., Tarnopilska, O. M., Kobets, O. V., Zuev, E. S., Lozitsky, V. G. 2013. Stan, produktyvnist ta tovarno-sortymentna struktura sosnovykh i berezovykh nasadzhen pershoho pokolinnya na staroornykh zemlyakh Skhidnoho Polissya [State, productivity and assortment structure of first generation pine and birch stands cultivated on abandoned agricultural lands of East Polissya]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 122: 12–23 (in Ukrainian).

Vollbrecht, G., Gemmel, P., Elfving, B. 1994. Forest management with the purpose of reducing windthrow and infection by *Heterobasidion annosum* in *Picea abies* – preliminary results from a field experiment. In: G. Vollbrecht: Effects of silvicultural practices on the incidence of root and butt rot in Norway spruce with special emphasis on *Heterobasidion annosum*. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Sweden.

Voron, V. P., Bondaruk, M. A., Koval, I. M., Tselishchev, O. H., Pluhatar, Yu. V., Romanenko, O. I., Melnyk, Ye. Ye., Papelbu, V. V., Leshchenko, V. O. 2011. Monitorynh ta pidvyshchennya stiykosti antropotekhnohenno porushenykh lisiv [Monitoring and enhancement of sustainability of anthropotogenically disturbed forests]. Zbirnyk rekomendatsiy UkrNDILHA [Recommendations developed by URIFFM]. Kharkiv, Nove slovo, 304 p. (in Ukrainian).

Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R., Hutterman, A. 1998. *Heterobasidion annosum*. Biology, ecology, impact and control. Wallingford, UK, CAB International, 608 p.

Tarnopylska O. M. [1,2], Luk'yanets V. A.[1], Kobets O. V.[1], Lunachevskyy L. S.[1], Rumyantsev M. G.[1]

GROWTH, STRUCTURE AND CONDITION OF STANDS PLANTED ON CLEAR-CUTS AFTER ANNOSUM-INFECTED PINE STANDS

[1]*Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky*

[2]*O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv*

The study was carried out in a mixed stand where Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and silver birch (*Betula pendula* Roth.) dominate, at the Koryukivske Forest Enterprise and Semenivske Forest Enterprise (Eastern Polissya, Ukraine). The aim of the research was to compare stand parameters, productivity and health conditions of birch and mixed pine stands of the second generation, planted after clear felling of pine stands affected by root rot. According to the non-parametric Kolmogorov-Smirnov goodness-of-fit test (λ), compared empirical populations of the trunk number distributed by their thickness depending on the average diameter of a stand in the root rot damaged sites and on control (non-damaged sites) belong to different parent populations, and follow the different curves. Due to pathological losses, density and timber volume in mixed planted pine stands in the root rot damaged sites are much lower (by 15–62 % and 15–59 %, respectively) than in non-damaged sites. The average diameter of living pine trees in the root rot damaged sites is 12% different in both directions, comparing with non-damaged ones. In the root rot foci, the thicker trees (on average on 15-42% in comparison with the non-damaged sites) die off. Therefore, in a mixed stand, birch trees are more resistant to the root rot and have a significantly better health than pine trees.

K e y w o r d s: *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref, root rot, damaged site, non-damaged site, forest health condition.

Тарнопильская О. М.[1,2], Лукьянец В. А.[1], Кобец А. В.[1], Луначевський Л. С.[1], Румянцев М. Г.[1]

РОСТ, СТРУКТУРА И СОСТОЯНИЕ НАСАЖДЕНИЙ, СОЗДАННЫХ НА ВЫРУБКАХ ПОРАЖЕННЫХ КОРНЕВОЙ ГУБКОЙ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ

[1]*Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого*

[2]*Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. М. Бекетова*

Исследования проводили в смешанных лесах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и березы повислой (*Betula pendula* Roth.) на территории лесохозяйственных предприятий ГП «Корюковское ЛХ» и ГП «Семеновское ЛХ» в Восточном Полесье Украины. Цель исследований заключалась в сравнительном анализе лесоводственно-таксационных показателей, производительности и санитарного состояния берёзовых и смешанных сосновых насаждений второго поколения, созданных на вырубках сосновых насаждений, поражённых корневой губкой. Установлено, что, согласно непараметрическому критерию согласованности Колмогорова-Смирнова (λ), сравниваемые эмпирические совокупности распределения числа стволов по ступеням толщины в зависимости от среднего диаметра древостоя в очаге усыхания и на контроле (межочаговое пространство) принадлежат к разным генеральным совокупностям и описаны различными кривыми. Густота и запас древесины смешанных искусственных сосновых насаждений в очагах усыхания значительно меньше, чем в межочаговом пространстве (на 15–62 % и 15–59 % соответственно), вследствие

патологического отпада. Средний диаметр живых деревьев сосны в очаге усыхания по сравнению с межочаговым пространством отличается на 12 % как в большую, так и в меньшую сторону. В очаге усыхания по сравнению с межочаговым пространством усыхают более толстые, в среднем на 15–42 %, деревья. Установлено, что в смешанных сосновых насаждениях берёзовая часть является более устойчивой к поражению корневой губкой и имеет значительно лучшее санитарное состояние, чем сосновая.

К л ю ч е в ы е с л о в а : *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., очаг усыхания, межочаговое пространство, санитарное состояние.

E-mail: otarnop@uriffm.org.ua; lukyanetc@uriffm.org.ua

Одержано редколегією 20.08.2019

УДК 630.566 : 674.031.623.234.2
https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.41

В. П. ТКАЧ, Н. Ю. ВИСОЦЬКА, О. В. КОБЕЦЬ

РІСТ І ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОРОСЛЕВИХ ОСИЧНИКІВ У СВІЖИХ І ВОЛОГИХ ГРУДАХ РІВНИННОЇ ЧАСТИНИ УКРАЇНИ

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

За результатами аналізу повидільної бази даних ВО «Укрдержліспроект» змодельовано хід росту модальних порослевих осикових насаджень свіжого та вологого груду за природними зонами. Встановлено, що модальні порослеві осичники у грудових типах лісорослинних умов ростуть за І класом бонітету, а їхній запас у 70-річному віці сягає 345 $м^3 \cdot га^{-1}$ у Поліссі, 320 $м^3 \cdot га^{-1}$ у Лісостепу та 270 $м^3 \cdot га^{-1}$ у Степу. Підтверджено, що деревостани свіжих і вологих грудів є продуктивнішими, ніж деревостани у відповідних гігротопах сугрудових типів лісорослинних умов. Визначено різницю між запасами деревостанів сугрудів і грудів. В умовах Східного Полісся вона становить 1–2 %, в умовах Лісостепу збільшується до 11–15 %, а у Степу становить 3–9 %. Визначено вік кількісної стиглості осикових насаджень, який в обох типах лісорослинних умов становить 25–30 років.

Ключові слова: осика, свіжий груд, вологий груд, математичне моделювання, таблиці ходу росту, вік стиглості.

Вступ. Лісівничо-таксаційні показники насаджень, що характеризують особливості їхнього росту, покладені в основу нормативно-довідкових даних та використовуються для обліку лісового фонду, проектування та планування лісогосподарських робіт, здійснення заходів щодо підвищення продуктивності лісів тощо (Miklush 2007). Більшість таблиць ходу росту (Kozlovskiy & Pavlov 1967, Zagreev 1978, Pasternak 1990, Strochinskiy 1992, Lakyda et al. 2006, Miklush 2007, Lakyda et al. 2011) розроблено переважно для нормальних (повних) деревостанів. Проте такі таблиці не враховують регіональних особливостей росту лісових насаджень. З огляду на це виникає необхідність дослідження особливостей росту та розвитку модальних деревостанів у конкретних типах лісорослинних умов.

Визначення лісівничо-таксаційних нормативів для швидкорослих порід з урахуванням типів лісорослинних умов набуває особливої актуальності з огляду на необхідність вирішення енергетичної проблеми в Україні (Lakyda et al. 2011, Vysotska & Tkach 2016). Це сприятиме вирішенню актуальних завдань щодо інвентаризації та прогнозування росту та розвитку порослевих осикових деревостанів. Попередні наші дослідження (Vysotska & Kobets 2019) стосувалися модальних осичників свіжого та вологого сугруду, а в цій роботі розглянуто особливості росту деревостанів в умовах свіжого та вологого груду.

Метою роботи є моделювання ходу росту осикових деревостанів свіжих і вологих грудів і порівняння продуктивності цих насаджень у різних природно-кліматичних зонах.

Матеріали й методи. Моделювання росту осикових деревостанів та побудову таблиць ходу росту здійснювали за загальноприйнятими методиками (Anuchin 1982, Zagreev 1978, Pasternak 1990, Strochinskiy 1992, Miklush 2007, Hrom 2010) на основі аналізу повидільної бази даних ВО «Укрдержліспроект». Загалом проаналізовано близько 2 тис. таксаційних виділів осикових деревостанів, які ростуть в умовах свіжого та вологого груду. Оброблення даних здійснювали згідно з загальноприйнятими у лісівництві, лісовій таксації та математичній статистиці методиками (Anuchin 1982, Lapach et al. 2001, Hrom 2010).

Результати та обговорення. За результатами аналізу повидільної бази даних ВО «Укрдержліспроект» загальна площа насаджень осики в рівнинних лісах, що перебувають у постійному користуванні лісогосподарських підприємств, підпорядкованих Держлісагентству України, становить 34,3 тис. га (станом на 01.01.2011). Переважна більшість осикових насаджень ростуть в умовах свіжих і вологих сугрудів та грудів, частка площі деревостанів цих типів лісорослинних умов становить 79 % (Vysotska & Kobets 2019).Частка площі насаджень свіжих і вологих грудів збільшується з півночі на південь і становить 11 % у Поліссі, 57 % – у Лісостепу, 67 % – у Степу та 36 % – загалом на рівнинній частині України (рис. 1).

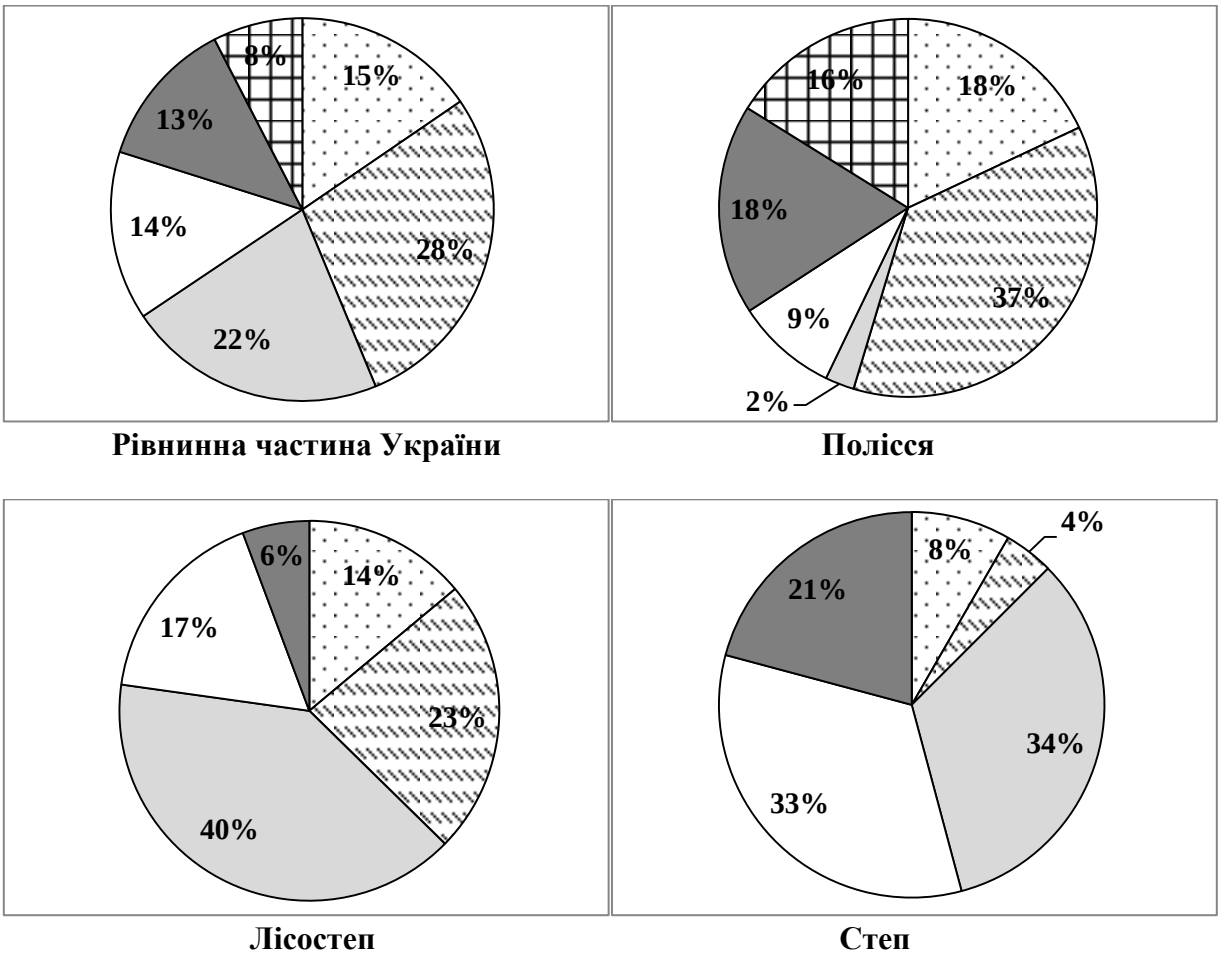


Рис. 1 – Розподіл площі осикових деревостанів за типами лісорослинних умов (ТЛУ)

В умовах свіжого та вологого груду переважають деревостани порослевого походження (табл. 1). Частка площі порослевих осичників в умовах свіжого груду збільшується з півночі на південь і загалом становить 87 % у Поліссі, 90 % – у Лісостепу та 99 % – у Степу. В умовах вологого груду цей показник є ще вищим – 96, 92 та 99 % відповідно.

Таблиця 1

Розподіл площі осичників свіжого та вологого груду за походженням

Походження	Природні зони					
	Полісся		Лісостеп		Степ	
	га	%	га	%	га	%
Свіжий груд (D_2)						
Порослеве	317,1	86,6	5658,4	90,3	803,9	99,3
Природне насіннєве	49,2	13,4	608,4	9,7	5,9	0,7
Разом	366,3	100	6266,8	100	809,7	100
Вологий груд (D_3)						
Порослеве	1379,2	95,9	2514,1	92,3	791,9	99,3
Природне насіннєве	59,5	4,1	209,4	7,7	5,5	0,7
Разом	1438,7	100	2723,5	100	797,4	100

Серед осичників порослевого походження свіжого та вологого груду переважають високопродуктивні насадження І класу бонітету. Так, у Поліссі частка їхньої площі становить 51 та 33 %, у Лісостепу – 43 та 44 %, у Степу – 38 та 42 % відповідно (табл. 2). Тому хід росту моделювали для порослевих осичників І класу бонітету. Згідно з базою даних ВО «Укрдержліспроект» більшість осичників свіжого та вологого груду в Поліссі ростуть у лівобережній частині України, тому таблиці ходу росту складали саме для цього регіону.

Таблиця 2

Розподіл площі осичників порослевого походження свіжого то вологого груду за класами бонітету

Клас бонітету	Природні зони					
	Полісся		Лісостеп		Степ	
	га	%	га	%	га	%
Свіжий груд (D_2)						
Іа і вище	80,1	25,3	1831,3	34,3	127,1	16,3
I	162,6	51,3	2306,6	43,2	298,2	38,3
II	62,2	19,6	1043,6	19,6	324,9	41,7
III	10,0	3,1	137,9	2,6	28,8	3,7
IV	2,2	0,7	13,0	0,2	–	–
V	–	–	2,8	0,1	–	–
Разом	317,1	100	5335,2	100	779,0	100
Вологий груд (D_3)						
Іа і вище	494,7	35,9	809,2	33,5	121,5	16,0
I	458,9	33,3	1072,7	44,4	315,3	41,5
II	319,3	23,2	465,9	19,3	292,2	38,4
III	83,3	6,0	60,3	2,5	29,3	3,8
IV	16,3	1,2	6,4	0,2	2,0	0,3
V	5,5	0,4	2,7	0,1	–	–
Разом	1378,0	100	2417,2	100	760,3	100

Для моделювання росту деревостанів необхідним є визначення кореляційного зв'язку між їхніми таксаційними показниками. Напрямок і тісноту зв'язків між таксаційними показниками модальних деревостанів встановлювали за величинами коефіцієнтів кореляції (табл. 3). Ці коефіцієнти в подальшому допомагають визначитися в підборі відповідних регресійних моделей (Lapach et al. 2001).

Таблиця 3

Кореляційна матриця таксаційних показників природних порослевих осикових деревостанів свіжого та вологого груду

Таксаційні показники	Вік *A*, років	Висота *H*, м	Діаметр *D*, см	Густота *N*, шт.·га$^{-1}$	Сума площ перерізів *G*, м^2·га$^{-1}$	Запас *M*, м^3·га$^{-1}$
Східне Полісся (білий фон) і Правобережний Лісостеп (сірий фон)						
A, років	1	0,975	0,988	-0,679	0,821	0,972
H, м	0,978	1	0,996	-0,796	0,923	0,999
D, см	0,991	0,997	1	-0,747	0,888	0,996
N, шт.·га$^{-1}$	-0,702	-0,810	-0,765	1	-0,954	-0,784
G, м^2	0,847	0,936	0,904	-0,951	1	0,919
M, м^3·га$^{-1}$	0,977	0,999	0,997	-0,792	0,929	1
Лівобережний Лісостеп (білий фон) і Степ (сірий фон)						
A, років	1	0,976	0,988	-0,718	0,821	0,972
H, м	0,982	1	0,998	-0,827	0,920	0,999
D, см	0,992	0,998	1	-0,799	0,895	0,996
N, шт.·га$^{-1}$	-0,713	-0,811	-0,775	1	-0,969	-0,818
G, м^2	0,817	0,908	0,878	-0,965	1	0,918
M, м^3·га$^{-1}$	0,975	0,998	0,995	-0,802	0,909	1

Між віком *A*, висотою *H*, діаметром *D*, сумою площ перерізу на 1 га *G* та запасом на 1 га *M* існує прямий тісний зв'язок. Зв'язок між цими таксаційними показниками та густотою деревостану *N* є зворотнім тісним або дуже тісним.

Для моделювання висоти, як і в попередній нашій роботі (Vysotska & Kobets 2019), використано функцію Мітчерліха. Базовим віком ($H^{БАЗ}$) прийнято 25 років. Висота модальних порослевих осикових деревостанів в умовах Східного Полісся ($H_{С.П.}$), Правобережного ($H_{П.Л.}$) та Лівобережного ($H_{Л.Л.}$) Лісостепу та Степу ($H_{С.}$) апроксимується такими функціями (1–4):

$$H_{С.П.} = 2{,}10 \times (1 - e^{-0{,}028 \times A})^{1{,}08} \times H_{25}^{БАЗ}; \quad (1)$$

$$H_{П.Л.} = 2{,}22 \times (1 - e^{-0{,}026 \times A})^{1{,}09} \times H_{25}^{БАЗ}; \quad (2)$$

$$H_{Л.Л.} = 2{,}14 \times (1 - e^{-0{,}027 \times A})^{1{,}07} \times H_{25}^{БАЗ}; \quad (3)$$

$$H_{С.} = 2{,}36 \times (1 - e^{-0{,}024 \times A})^{1{,}08} \times H_{25}^{БАЗ}. \quad (4)$$

Ріст за висотою модальних осикових деревостанів свіжого та вологого груду відбувається в межах I класу бонітету. Водночас осичники Східного Полісся та Лівобережного Лісостепу характеризуються дещо більшими показниками висоти, ніж деревостани Правобережного Лісостепу та Степу.

На величину середнього діаметра значною мірою впливають вік і висота деревостану (див. табл. 3). Тому для моделювання середнього діаметра використали співвідношення діаметра та висоти (*D*/*H*), динаміка якого апроксимується функціями (5–8):

$$D/H_{С.П.} = -0{,}0001 \times A^2 + 0{,}0143 \times A + 0{,}777, \quad R^2 = 0{,}93; \quad (5)$$

$$D/H_{П.Л.} = -0{,}000037 \times A^2 + 0{,}0116 \times A + 0{,}842, \quad R^2 = 0{,}94; \quad (6)$$

$$D/H_{Л.Л.} = 0{,}00002 \times A^2 + 0{,}00102 \times A + 1{,}094, \quad R^2 = 0{,}99; \quad (7)$$

$$D/H_{С.} = -0{,}000027 \times A^2 + 0{,}00617 \times A + 0{,}937, \quad R^2 = 0{,}99. \quad (8)$$

Суму площ поперечних перерізів повних деревостанів прийняли згідно із нормативно-довідковими матеріалами для осикових насаджень (Kashpor, Strochinskiy, 2013). Її добре описує функція (9):

$$G = 0{,}00169 \times A^3 - 0{,}128 \times A^2 + 3{,}734 \times A, \quad R^2 = 0{,}98. \quad (9)$$

Динаміку відносної повноти модальних порослевих осичників апроксимують поліноміальні функції другого порядку (10–13):

$$P_{С.П.} = 0{,}0000036 \times A^2 - 0{,}00244 \times A + 0{,}861, \quad R^2 = 0{,}99; \quad (10)$$

$$P_{П.Л.} = -0{,}000018 \times A^2 - 0{,}000233 \times A + 0{,}723, \quad R^2 = 0{,}90; \quad (11)$$

$$P_{Л.Л.} = -0{,}0000036 \times A^2 - 0{,}00167 \times A + 0{,}804, \quad R^2 = 0{,}99; \quad (12)$$

$$P_{С.} = -0{,}000013 \times A^2 - 0{,}000947 \times A + 0{,}711, \quad R^2 = 0{,}99. \quad (13)$$

Моделювання динаміки видових чисел проводили з використанням видової висоти (*HF*). Залежність видових висот від віку характеризують функції (14–17):

$$HF_{\text{С.П.}} = 0{,}000014 \times A^3 - 0{,}00345 \times A^2 + 0{,}336 \times A + 0{,}450, \quad R^2 = 0{,}99; \quad (14)$$

$$HF_{\text{П.Л.}} = 0{,}000013 \times A^3 - 0{,}00323 \times A^2 + 0{,}324 \times A + 0{,}378, \quad R^2 = 0{,}99; \quad (15)$$

$$HF_{\text{Л.Л.}} = 0{,}000013 \times A^3 - 0{,}00329 \times A^2 + 0{,}326 \times A + 0{,}488, \quad R^2 = 0{,}99; \quad (16)$$

$$HF_{\text{С.}} = 0{,}000008 \times A^3 - 0{,}00247 \times A^2 + 0{,}291 \times A + 0{,}589, \quad R^2 = 0{,}99. \quad (17)$$

Встановлені математичні моделі об’єктивно характеризують хід росту модальних порослевих осичників свіжого та вологого груду, що підтверджується високими значеннями коефіцієнта детермінації (0,90–0,99). Ці залежності використано для складання таблиць ходу росту модальних деревостанів (табл. 4).

Таблиця 4

Ескіз таблиць ходу росту модальних порослевих осикових деревостанів свіжого та вологого груду в різних природно-кліматичних зонах

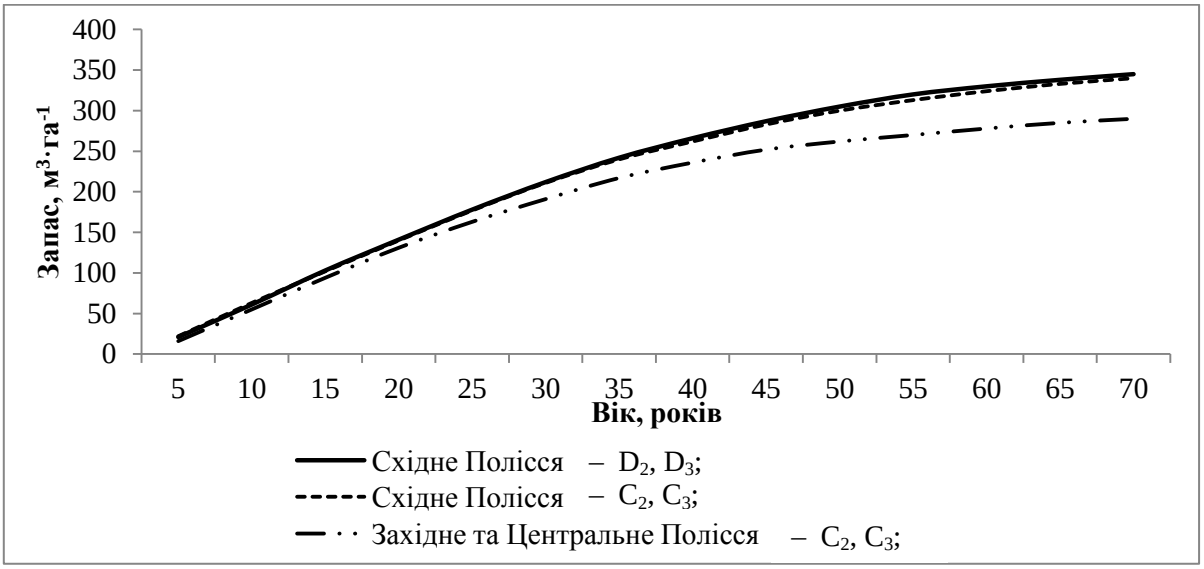
A, років	Деревостан							
	H, м	*D*, см	*N*, шт.	*G*, $м^2 \cdot га^{-1}$	Видове число *f*	*M*, $м^3 \cdot га^{-1}$	ΔM, $м^3\ га^{-1} \cdot рік^{-1}$	
							сер.	поточн.
Східне Полісся								
5	3,5	3,0	14714	10,3	–	21	4,2	–
10	6,8	6,2	5867	17,6	0,512	61	6,1	8,0
15	9,8	9,5	3028	21,5	0,487	103	6,9	8,4
20	12,5	12,8	1845	23,8	0,473	141	7,1	7,6
25	14,8	15,9	1291	25,7	0,468	178	7,1	7,4
30	16,9	18,9	964	27,1	0,463	212	7,1	6,8
35	18,7	21,6	768	28,1	0,460	242	6,9	6,0
40	20,3	24,2	624	28,7	0,457	266	6,7	4,8
45	21,7	26,5	527	29,1	0,455	287	6,4	4,2
50	22,9	28,5	459	29,3	0,454	305	6,1	3,6
55	24,0	30,3	408	29,4	0,453	319	5,8	2,8
60	24,9	31,8	369	29,3	0,452	330	5,5	2,2
65	25,7	33,0	342	29,2	0,451	338	5,2	1,6
70	26,4	34,0	319	29	0,450	345	4,9	1,4
Правобережний Лісостеп								
5	3,2	2,9	11429	8,0	–	15	3,0	–
10	6,4	6,1	5000	14,5	0,517	48	4,8	6,6
15	9,3	9,3	2662	18,1	0,491	82	5,5	6,8
20	11,9	12,4	1711	20,7	0,478	117	5,9	7,0
25	14,2	15,4	1215	22,6	0,470	151	6,0	6,8
30	16,2	18,2	919	23,9	0,465	180	6,0	5,8
35	18,0	20,9	732	25,1	0,461	209	6,0	5,8
40	19,6	23,4	600	25,8	0,458	232	5,8	4,6
45	21,1	25,6	515	26,5	0,456	254	5,6	4,4
50	22,3	27,7	443	26,7	0,454	270	5,4	3,2
55	23,4	29,5	391	26,7	0,452	283	5,1	2,6
60	24,4	31,1	351	26,7	0,451	294	4,9	2,2
65	25,2	32,5	320	26,6	0,450	302	4,6	1,6
70	26,0	33,7	297	26,5	0,449	309	4,4	1,4

Закінчення табл. 4

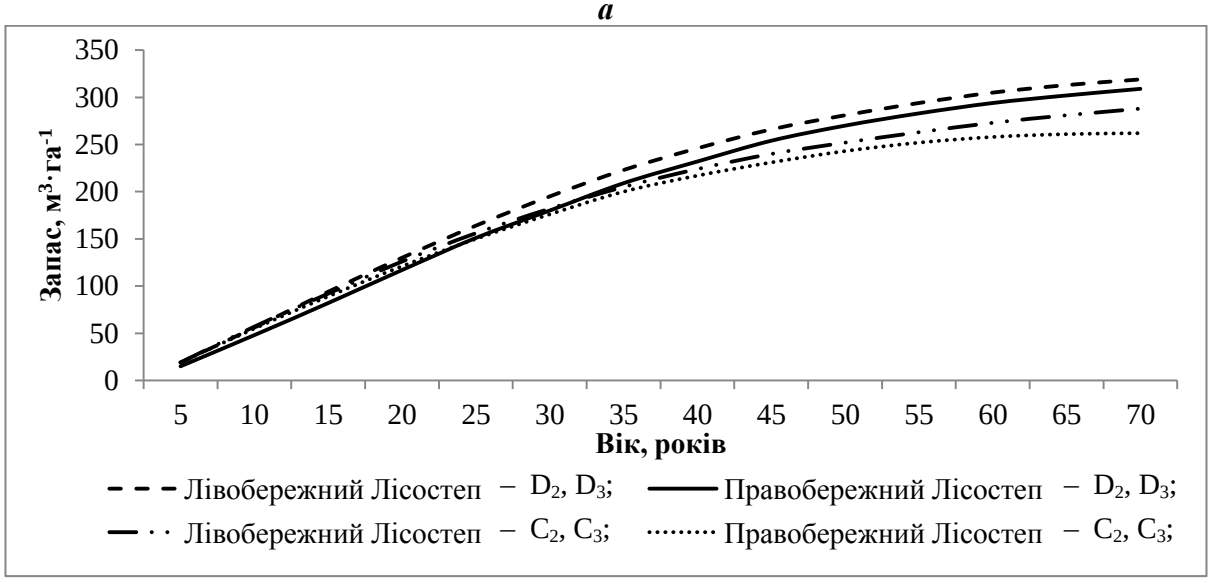
A, років	Деревостан							
	H, м	*D*, см	*N*, шт.	*G*, $м^2 \cdot га^{-1}$	Видове число *f*	*M*, $м^3 \cdot га^{-1}$	ΔM, $м^3\ га^{-1} \cdot рік^{-1}$	
							сер.	поточн.
Лівобережний Лісостеп								
5	3,4	3,7	8545	9,4	–	19	3,8	–
10	6,6	7,4	3814	16,4	0,517	56	5,6	7,4
15	9,6	10,7	2222	20,0	0,489	94	6,3	7,6
20	12,2	13,7	1524	22,4	0,476	130	6,5	7,2
25	14,5	16,4	1147	24,2	0,468	164	6,6	6,8
30	16,5	18,9	907	25,5	0,463	195	6,5	6,2
35	18,3	21,2	748	26,4	0,460	223	6,4	5,6
40	19,9	23,3	634	27,0	0,457	246	6,2	4,6
45	21,3	25,2	549	27,4	0,455	266	5,9	4,0
50	22,5	26,9	484	27,5	0,453	281	5,6	3,0
55	23,6	28,6	430	27,6	0,451	294	5,3	2,6
60	24,5	30,1	388	27,6	0,450	305	5,1	2,2
65	25,3	31,6	351	27,5	0,449	313	4,8	1,6
70	26,1	32,9	321	27,3	0,448	319	4,6	1,2
Степ								
5	3,1	3,0	10571	7,4	–	15	3,0	–
10	6,1	6,1	4724	13,7	0,534	45	4,5	6,0
15	8,9	9,1	2615	17,0	0,497	75	5,0	6,0
20	11,4	12,0	1717	19,4	0,480	106	5,3	6,2
25	13,7	14,7	1235	21,0	0,470	135	5,4	5,8
30	15,8	17,3	945	22,2	0,464	162	5,4	5,4
35	17,6	19,7	757	23,1	0,460	187	5,3	5,0
40	19,2	21,9	629	23,7	0,457	208	5,2	4,2
45	20,7	24,0	533	24,1	0,455	227	5,0	3,8
50	22,0	25,9	461	24,3	0,453	242	4,8	3,0
55	23,1	27,6	406	24,3	0,451	254	4,6	2,4
60	24,2	29,3	361	24,3	0,449	264	4,4	2,0
65	25,1	30,7	326	24,1	0,448	271	4,2	1,4
70	25,9	32,0	292	23,5	0,447	272	3,9	0,2

Найпродуктивнішими є модальні осичники Східного Полісся та Лівобережного Лісостепу, запас яких у 70-річному віці сягає 345 та 319 $м^3 \cdot га^{-1}$ відповідно. Запас осичників Правобережного Лісостепу і Степу у базовому віці є меншим – 309 та 272 $м^3 \cdot га^{-1}$ відповідно. У відносних показниках осичники Полісся за запасом перевершують деревостани Лівобережного та Правобережного Лісостепу на 7–10 % та 10–29 % відповідно. Характерно, що зі збільшенням віку ця різниця поступово зменшується. Осичники лівобережної частини Лісостепу є продуктивнішими проти деревостанів правобережної частини на 3–21 %. З віком різниця між ними також зменшується. Модальні осикові деревостани Степу за запасом поступаються деревостанам Полісся та Лісостепу на 20–29 та 6–21 % відповідно.

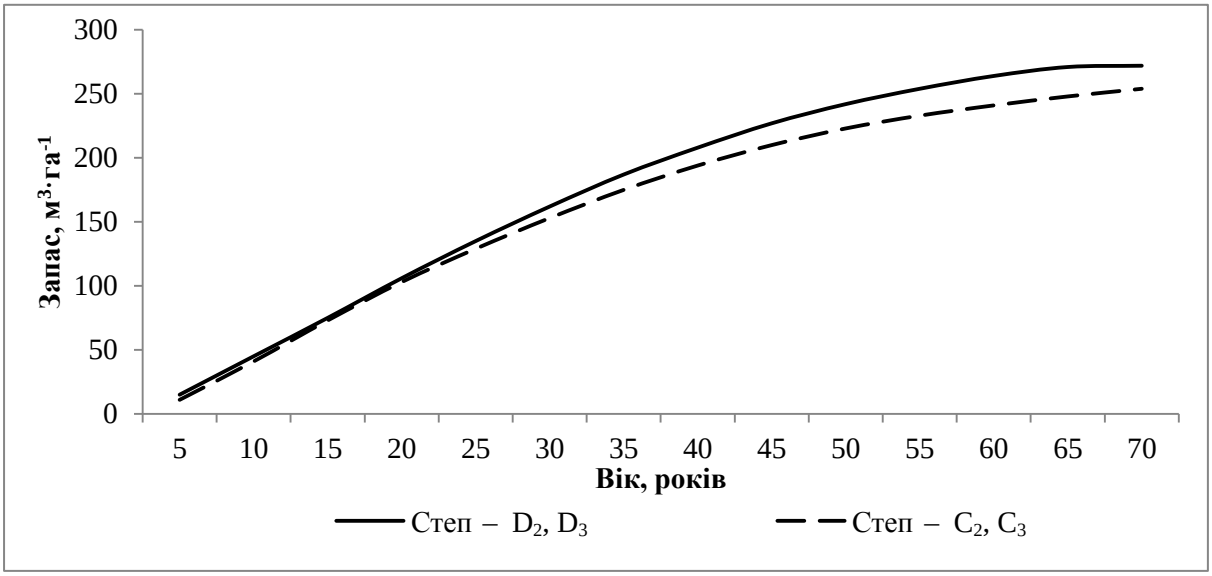
Попередні дослідження щодо ходу росту модальних осичників свіжого та вологого сугруду (Vysotska & Kobets 2019) дають змогу порівняти їхню продуктивність із деревостанами грудів відповідних гігротопів. Результати аналізу таксаційних показників осикових насаджень за природними зонами свідчать про перевагу порослевих осичників, що ростуть в умовах свіжих та вологих грудів (рис. 3).



а



б



в

Рис. 3 – Динаміка запасів модальних порослевих осикових деревостанів свіжих і вологих сугрудів і грудів в умовах Полісся (*а*), Лісостепу (*б*) і Степу (*в*)

Так, різниця між запасами деревостанів сугрудів та грудів Східного Полісся становить лише 1–2 %, а між відповідними показниками осичників грудів Східного та сугрудів Західного Полісся збільшується до 7–16 %. В умовах Лівобережного Лісостепу запаси осичників у грудах перевершують відповідні значення насаджень у сугрудах на 2–11 %, а в умовах Правобережного Лісостепу – на 1–15 %. Різниця між показниками осичників у Степу становить 3–9 %.

Вік кількісної стиглості модальних деревостанів визначали за співвідношенням середньої та поточної зміни запасу (Hirs & Lakyda 2007). Таким чином, вік кількісної стиглості модальних порослевих осикових деревостанів у Поліссі та Лісостепу становить 27 років, а у Степу – 30 років (рис. 4).

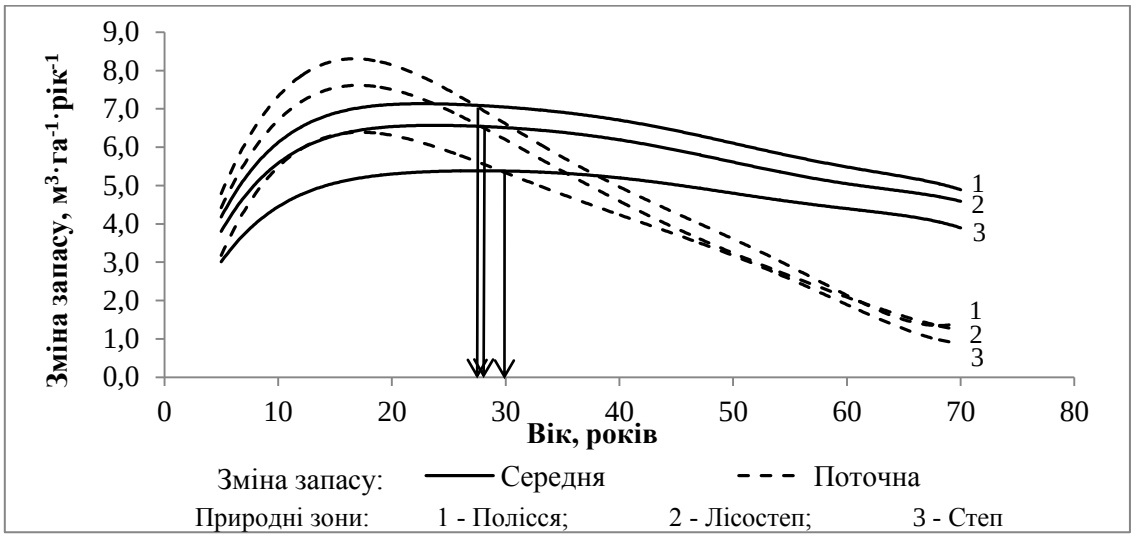


Рис. 4 – Динаміка зміни запасу модальних порослевих осикових деревостанів свіжого та вологого груду

Отримані результати в подальшому доцільно враховувати під час обґрунтування й уточнення віків стиглості осикових деревостанів із урахуванням їхніх походження, продуктивності та лісорослинних умов.

Висновки. Найбільш продуктивними є осичники Східного Полісся й Лівобережного Лісостепу. Результати порівняльного аналізу запасів осикових насаджень в розрізі природних зон свідчать про вищу продуктивність деревостанів свіжих і вологих грудів у порівнянні з деревостанами сугрудових лісорослинних умов. Розроблені таблиці ходу росту модальних порослевих осикових деревостанів свіжого та вологого груду доцільно використовувати під час планування обсягів рубок, а також для прогнозування росту цих насаджень.

Вік кількісної стиглості модальних порослевих осикових насаджень у свіжих та вологих грудах в умовах Полісся та Лісостепу настає у 27 років, в умовах Степу – у 30 років. Ці віки стиглості доцільно враховувати під час обґрунтування й уточнення віків стиглості порослевих осикових деревостанів.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Anuchin, N. P. 1982. Lesnaya taksatsiya [Forest Mensuration]. Moscow, Lesnaya Promyshlennost, 552 p. (in Russian).

Hirs, O. A. and Lakyda, P. I. 2007. Obgruntuvannya viku styhlosti dlya osnovnykh derevnykh porid v lisakh Ukrayiny [Justification of the maturity age for the main wood species in the Ukrainian forests]. Ahrarna nauka i osvita [Agrarian Science and Education], 5–6: 103–109 (in Ukrainian).

Hrom, M. M. 2010. Lisova taksatsiya [Forest mensuration]. Lviv, RVV NLTU, 416 p. (in Ukrainian).

Kashpor, S. M. and Strochinsky, A. A. (Eds.). 2013. Lisotaksatsiynyy dovidnyk [Forest Inventory Handbook]. Kyiv, Vinnichenko Publishing House, 496 p. (in Ukrainian).

Kozlovskiy,V. B. and Pavlov, V. M. 1967. Hod rosta lesoobrazuyushchih porod SSSR [Yield table of forest-forming species of the USSR]. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 328 p. (in Russian).

Lakyda, P. I., Bilous, A. M., Vasylyshyn, R. D., Terentyev, A. Yu., Atamanchuk, R. V. 2011. Khid rostu chystykh modalnykh derevostaniv miakolystyanykh porid Polissya Ukrayiny [Growth of pure modal stands of softwood broadleaved species in Ukrainian Polissya]. Naukovi dopovidi NUBiP Ukrayiny [Scientific reports of NULES of Ukraine], 1 (23): 159–164 (in Ukrainian).

Lakyda, P. I., Lashchenko, A. G., Lashchenko, M. M. 2006. Biologichna produktyvnist dubovykh derevostaniv Podillya [Biological productivity of oak stands in Podillya]. Kyiv, NNTs IAE, 196 p. (in Ukrainian).

Lapach, S. N, Chubenko, A. V., Babych, P. N. 2001. Statistical methods in biomedical research using Excel. 2nd ed. Kyiv, Morion, 408 p. (in Russian).

Miklush, S. I. 2007. Modelyuvannya rostu nasadzhen za materialamy povydilnoyi bazy danykh [Modeling of stands growth based on subcompatrment database materials]. Naukovyy visnyk NAU: Lisivnytstvo ta dekoratyvne sadivnytstvo [Scientific Bulletin of National Agrarian University. Series: Forestry and Landscape Gardening], 106: 191–200 (in Ukrainian).

Pasternak, V. P. 1990. Regulirovanie produktivnosti iskusstvennyih elnikov Karpat [The regulation of the productivity of planted spruce forests in the Carpathians]. Diss. na soisk. uchenoy stepeni kand. s.-h. nauk [PhD dissertation]. Kyiv, 164 p. (in Ukrainian).

Strochinskiy, A A. 1992. Metodicheskoye i normativno-informatsionnoye obespecheniye sistemy regulirovaniya produktivnosti lesnykh nasazhdeniy na Ukraine [Doctoral dissertation]. Kyiv, 70 p.

Vysotska, N. Yu. and Tkach, V. P. 2016. Derevostany topoli ta osyky v UKrayini [Stands of poplar and aspen in Ukraine]. Lisivnitstvo i agrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 128: 20–27 (in Ukrainian).

Vysotska, N. Yu. and Kobets, O. V. 2019. Osoblyvosti rostu ta formuvannya pyrodnykh poroslevykh derevostaniv osyky yevropeyskoyi (*Populus tremula* L.) [Features of growth and formation natural coppice stands of the european aspen (*Populus tremula* L.)]. Lisivnitstvo i agrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 134: 3–12 (in Ukrainian).

Zagreev, V. V. 1978. Geograficheskie zakonomernosti rosta i produktivnosti drevostoev [Geographic patterns of growth and productivity of tree stands]. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 240 p. (in Russian).

Tkach V. P., Vysotska N. Yu., Kobets O. V.

GROWTH AND PRODUCTIVITY OF COPPICE STANDS OF THE EUROPEAN ASPEN (*POPULUS TREMULA* L.) IN FRESH AND MOIST FERTILE FOREST SITE TYPES IN PLAIN PART OF UKRAINE

Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky

According to the results of the analysis of the Production Association ‘Ukrderzhlisproekt’ Database, the growth course of modal coppice stands of the European aspen in fresh and moist fertile site types was modelled by natural zones. It was found that modal coppice stands of the European aspen in fertile conditions grow up as the 1st productivity class, and at the age of 70 their stock reaches 345 m^3 ha^{-1} in Polissia, 320 m^3 ha^{-1} in Forest-Steppe and 270 m^3 ha^{-1} in Steppe. The stands in fresh and moist fertile site types were confirmed to be more productive than those in the relevant hydrotopes of fairly fertile forest sites. The difference between the stand stocks was determined. The difference is 1–2 % in Eastern Polissia; it increases to 11–15 % in Forest-Steppe and is 3–9 % in Steppe. The quantitative maturity age of European aspen stands was determined. In both forest site types it makes 25–30 years.

K e y w o r d s : aspen, fresh fertile site type, wet fertile site type, mathematical modelling, yield tables, maturity age.

Ткач В. П., Высоцкая Н. Ю., Кобец А. В.

РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОРОСЛЕВЫХ ОСИННИКОВ В СВЕЖИХ И ВЛАЖНЫХ ГРУДАХ РАВНИННОЙ ЧАСТИ УКРАИНЫ

Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого

По результатам анализа повыдельной базы данных ПО «Укргослеспроект» смоделирован ход роста модальных порослевых осиновых насаждений свежего и влажного груда по природным зонам. Установлено, что модальные порослевые осинники в грудовых лесорастительных условиях растут по I классу бонитета, а их запас в 70-летнем возрасте достигает 345 $м^3$ $га^{-1}$ в Полесье, 320 $м^3$ $га^{-1}$ в Лесостепи и 270 $м^3$ $га^{-1}$ в Степи. Подтверждено, что древостои свежих и влажных грудов являются более производительными по сравнению с древостоями в соответствующих гигротопах сугрудовых лесорастительных условий. Определена разница между запасами древостоев сугрудов и грудов. В условиях Восточного Полесья она составляет 1–2 %, в условиях Лесостепи увеличивается до 11–15 %, а в Степи составляет 3–9 %. Определен возраст количественной спелости осиновых насаждений, который в обоих типах лесорастительных условий составляет 25–30 лет.

К л ю ч е в ы е с л о в а : осина, свежий груд, влажный груд, математическое моделирование, таблицы хода роста, возраст спелости.

E-mail: vysotska@uriffm.org.ua; *Одержано редколегією 23.10.2019*

УДК 630.228

https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.50

В. П. ТКАЧ, М. Г. РУМЯНЦЕВ, О. В. КОБЕЦЬ, В. А. ЛУК'ЯНЕЦЬ

СУЧАСНИЙ СТАН ДУБОВИХ НАСАДЖЕНЬ СХІДНОГО ПОЛІССЯ

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

За матеріалами лісовпорядкування проаналізовано лісовий фонд Східного Полісся, зокрема розподіл площі дубових насаджень за походженням, групами віку, типами лісу та категоріями лісів. Досліджено лісівничо-таксаційні показники дубових лісів регіону в розрізі їхнього походження. Представлено результати досліджень особливостей розподілу площ і запасів дубових насаджень у різних категоріях лісів. Виявлено розбалансованість вікової структури дубових насаджень із суттєвим переважанням середньовікових насаджень незалежно від їхнього походження, а також пристиглих дубняків природного походження і молодняків насіннєвого штучного походження. Запропоновано проведення лісогосподарських заходів у дубових лісах Східного Полісся щодо оптимізації вікової структури насаджень і забезпечення їхнього відновлення природним насіннєвим шляхом.

Ключові слова: Східне Полісся, дубові насадження, тип лісу, категорії лісів, лісівничо-таксаційні показники, продуктивність насадження.

Вступ. У сучасних умовах ведення лісового господарства України базується на багатоцільовому використанні лісових ресурсів, а тому потребує достовірних нормативно-інформаційних даних. На основі цих даних можна визначити ефективні інструменти для ведення господарства на засадах наближеного до природи лісівництва (Lakyda 2002, Jung et al. 2013, Sytnyk et al. 2013). Матеріали лісовпорядкування є джерелом інформації, аналіз якої дає змогу об'єктивно характеризувати стан лісового фонду в межах окремих регіонів України.

Ліси Полісся, що підпорядковані Державному агентству лісових ресурсів України, займають площу понад 1,9 млн га (Tkach et al. 2018). Українське Полісся поділяють на три округи: Західне, або Рівненсько-Волинське Полісся; Центральне, або Києво-Житомирське, Полісся та Східне, або Чернігівське, Полісся. Східне Полісся розташоване на лівому березі Дніпра та охоплює басейн річки Десна та придніпровські райони (Pasternak 1990).

Дубові ліси в Східному Поліссі є менш поширеними, ніж соснові та березові, проте вони виконують багатогранні еколого-захисні й рекреаційно-оздоровчі функції та задовольняють потреби народного господарства в цінній деревині.

Дослідження щодо комплексного оцінювання складу лісів, їхньої вікової структури, продуктивності насаджень для Східного Полісся на цей час майже відсутні. Деякі дані про природні комплекси цього регіону фрагментарно висвітлено в наукових працях (Barbarych 1955, Povarnitsyn 1959, Muliarchuk 1970, Bradis 1971, Andriyenko & Shelyah-Sosonko 1983, Lakyda et al. 2016).

Доволі широко охарактеризовано сучасний стан, лісівничо-таксаційні показники, вікову структуру, збереженість, поширеність у різних типах лісорослинних умов, продуктивність насаджень, а також особливості формування природного поновлення в дубових лісах Білоруського Полісся (Yurkevich 1951, Yurkevich et al. 1977, Potapenko & Grimashevich 2010, Potapenko 2011, Tsvirko et al. 2016) та в Лівобережному Лісостепу України (Tkach & Golovach 2009, Tkach et al. 2014, Horin & Didenko 2017, Meshkova & Didenko 2017, Tkach et al. 2017).

В останні десятиріччя вивченням лісової рослинності території, розташованої в безпосередній близькості до Східного Полісся (північна частина Лівобережного Лісостепу), займалися О. П. Чорноус (Chornous 2006), В. Г. Скляр та В. М. Дегтярьов (Sklyar & Dehtyaryov 2013), І. М. Коваленко (Kovalenko 2015). У цих роботах наведено геоботанічну характеристику лісів, подано дані про видовий склад, поширеність і частоту трапляння живого надгрунтового покриву та природного поновлення господарсько цінних порід, що формується під наметом дубових насаджень.

Під час проведення відповідних господарських заходів у дубових лісах Східного Полісся необхідно враховувати їхній сучасний стан. Тому *метою роботи* було дослідження лісівничо-таксаційних показників дубових насаджень Східного Полісся.

Матеріали й методи. У роботі використано повидільну таксаційну базу даних дубових насаджень виробничого об'єднання «Укрдержліспроект» станом на 01.01.2011. Камеральну обробку даних проведено з використанням методів порівняльного аналізу за класичними лісотаксаційними підходами (Girs et al. 2005, Hrom 2007). Характеристику дубових насаджень здійснено в межах території Східного Полісся, що охоплює поліські райони Чернігівської та Сумської адміністративних областей та Вищедубечанський і Броварський райони Київської області (Povarnitsyn 1959).

За відомчим підпорядкуванням найбільша площа лісових земель перебуває в користуванні державних підприємств (ДП) лісового господарства Державного агентства лісових ресурсів (Держлісагентства) України. Тому дослідженнями охоплено дубові ліси ДП Чернігівського та Сумського обласних управлінь лісового та мисливського господарства, Київського обласного та по м. Києву управління лісового та мисливського господарства, а також ДП «Новгород-Сіверська лісова науково-дослідна станція». Загалом дослідженнями охоплено лісовий фонд дубових насаджень п'ятнадцяти державних підприємств лісового господарства (близько 125 тис. таксаційних виділів).

Результати та обговорення. Аналіз матеріалів лісовпорядкування станом на 01.01.2011 свідчить, що загальна площа вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок Східного Полісся в межах державних підприємств, підпорядкованих Держлісагентству України, становить 400,5 тис. га. Найбільшу частку площі займають соснові насадження – 67 %, частка площі, зайнятої березовими насадженнями, становить 11 %. Дубові насадження, що були об'єктом досліджень, займають 10 % загальної площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок (рис. 1).

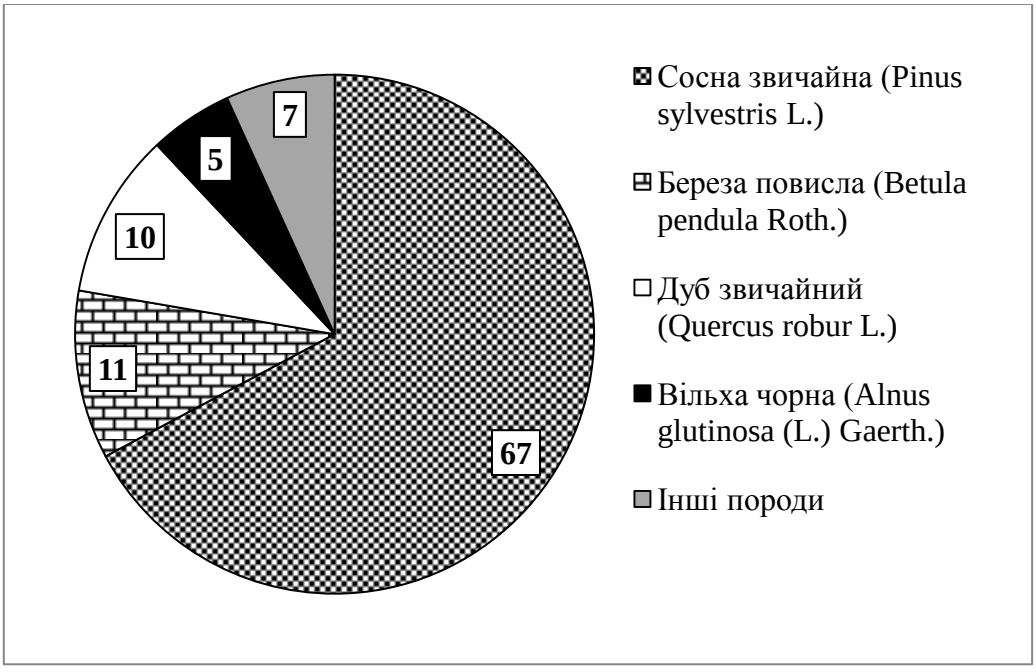


Рис. 1 – Розподіл площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок Східного Полісся в розрізі переважаючих порід, %

Важливо враховувати особливості динаміки продуктивності різних за походженням насаджень дуба звичайного (*Quercus robur* L.). За результатами проведених досліджень виявлено, що серед загальної площі дубових лісів у межах Східного Полісся насадження штучного походження (лісові культури) займають 42 % від загальної площі, природного – 58 % (табл. 1).

Таблиця 1

Розподіл площі та запасу дубових насаджень Східного Полісся за походженням

Походження дубових насаджень	Площа		Запас			Середній вік, років
	тис. га	%	млн м^3	%	на 1 га	
Порослеве	8,0	20	2,1	21	263	78
Насіннєве природне	15,7	38	4,4	45	277	91
Насіннєве штучне	17,3	42	3,3	34	192	53
Разом	41,0	100	9,8	100	239	69

Найбільш цінні насадження насіннєвого походження займають 66 % від загальної площі природних дубових насаджень, а 34 % площі займають насадження порослевого походження. Ведення лісового господарства в дубових лісах має бути спрямоване на формування та збільшення частки насаджень природного насіннєвого походження, які є стійкішими та довговічнішими (Rumiantsev 2017). Для цього доцільно впроваджувати лісогосподарські заходи, спрямовані на природне насіннєве відновлення дубових лісів.

Найбільшими запасами характеризуються насадження природного насіннєвого та порослевого походження, ці показники сягають 277 та 263 м^3·га$^{-1}$ відповідно, а в насадженнях штучного походження – 192 м^3·га$^{-1}$. Це пояснюється меншим середнім віком штучних насаджень.

Результати аналізу динаміки продуктивності природних дубових лісів (рис. 2) свідчать, що насадження порослевого походження у віці до 40 років відзначаються вищою продуктивністю, ніж насадження насіннєвого походження. Так, за запасом вони переважають на 7–41 % у межах II–IV класів віку. Починаючи із V класу віку, вони поступаються насадженням природного насіннєвого походження.

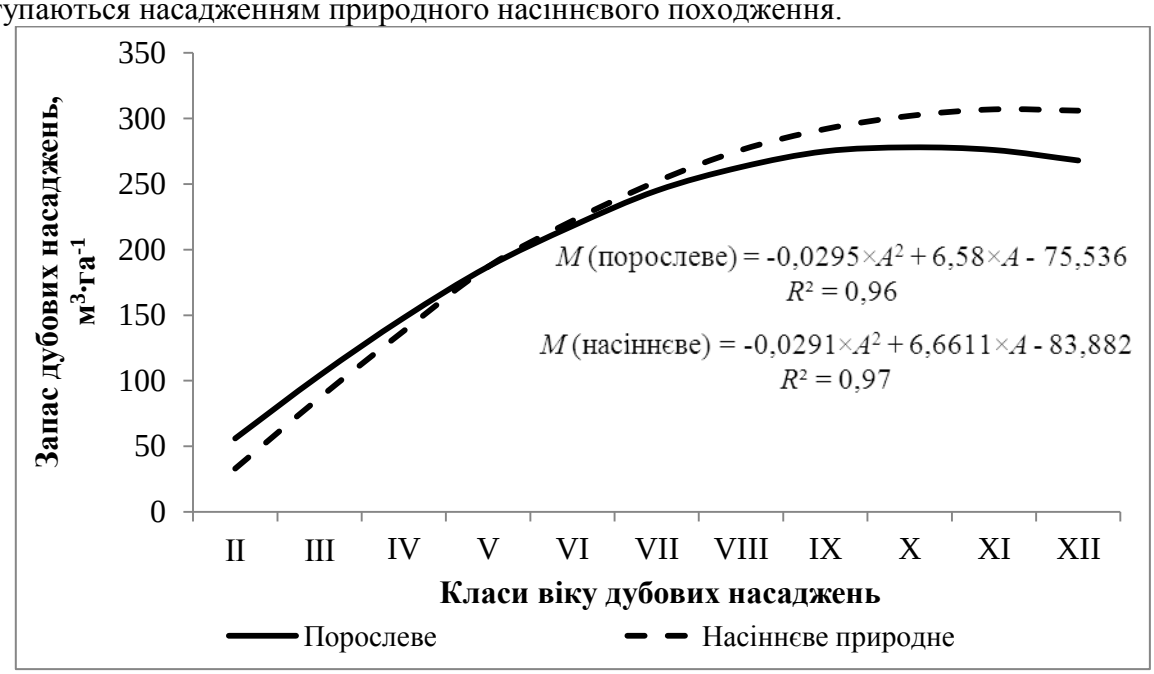


Рис. 2 – Динаміка продуктивності природних дубових насаджень Східного Полісся в розрізі походження

Дубові ліси Східного Полісся за функціональним призначенням віднесено до лісів природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення, рекреаційно-оздоровчих лісів, захисних лісів та експлуатаційних лісів (Poriadok 2007). Загалом серед дубових лісів за площею переважають експлуатаційні ліси (58 %) та ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення (27 %). Частка площі рекреаційно-оздоровчих лісів становить 8 %, а захисних лісів – 6 % (табл. 2). Отже, дубові ліси регіону мають велике господарське значення й виконують важливі еколого-захисні функції.

Таблиця 2

Розподіл площі та запасу дубових насаджень Східного Полісся в розрізі категорій лісів

Категорія лісів	Площа		Запас		
	тис. га	%	млн м^3	%	на 1 га
Ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення	11,1	27	2,8	29	257
Рекреаційно-оздоровчі ліси	3,4	8	0,8	9	245
Захисні ліси	2,6	6	0,6	6	237
Експлуатаційні ліси	23,9	59	5,6	56	231
Разом	41,0	100	9,8	100	239

Дубові ліси Східного Полісся представлені 32 типами лісу. В умовах борів дубняки ростуть у 2 типах лісу, в суборах – у 6, у сугрудах – у 16, а в грудах – у 8 типах лісу. У борах і суборах їхня площа є незначною, і тут вони представлені похідними деревостанами. Корінні дубові насадження формуються в понад 20 типах лісу.

Найпоширенішими типами лісу серед дубняків регіону є вологий і свіжий грабово-дубово-сосновий сугруд –17 % та 16 %, а також волога та свіжа грабова судіброва –14 % і 12 % відповідно. В умовах вологої грабової діброви дубові насадження займають 7 %, в умовах свіжого липово-дубово-соснового сугруду – 6 %, в умовах вологої кленово-липової діброви – 6 %. Решта дубняків (22 % від загальної площі) зосереджені у 25 інших типах лісу (рис. 3).

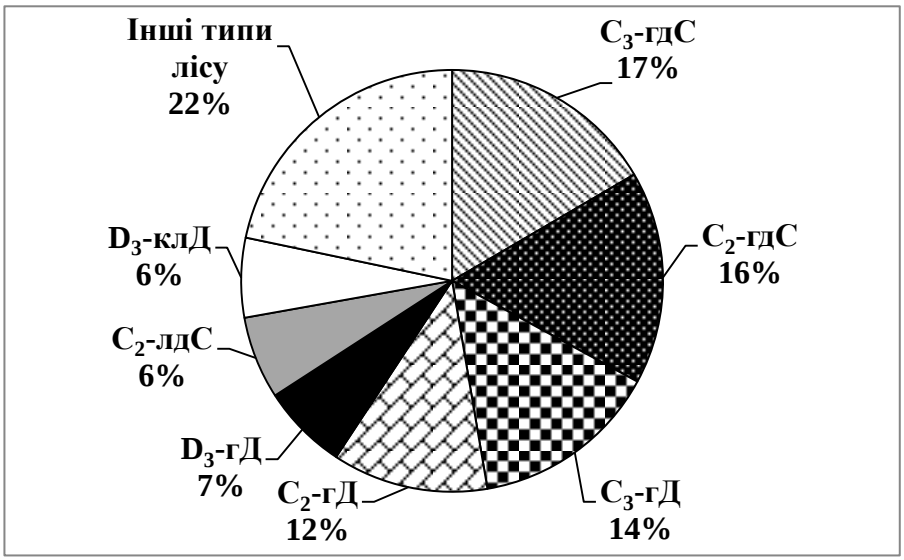


Рис. 3 – Розподіл площі дубових насаджень Східного Полісся в розрізі переважаючих типів лісу (C_3-гдС – вологий грабово-дубово-сосновий сугруд; C_2-гдС – свіжий грабово-дубово-сосновий сугруд; C_3-гД – волога грабова судіброва; C_2-гД – свіжа грабова судіброва; D_3-гД – волога грабова діброва; C_2-лдС – свіжий липово-дубово-сосновий сугруд; D_3-клД – волога кленово-липова діброва)

У регіоні досліджень формуються переважно мішані за складом дубові насадження у свіжих і вологих гігротопах.

Супутніми та другорядними породами в складі дубових лісів є граб звичайний (*Carpinus betulus* L.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), липа дрібнолиста (*Tilia cordata* Mill.), осика (*Populus tremula* L.), береза повисла (*Betula pendula* Roth.), в'яз шорсткий (*Ulmus glabra* Huds.) та ін.

Важливими характеристиками загального стану лісів є показники, що характеризують вікову структуру лісового фонду, а також їхню продуктивність (повнота та клас бонітету).

Результати проведеного аналізу щодо розподілу площ лісового фонду дубових насаджень за віковими групами в розрізі їхнього походження свідчать про суттєве переважання середньовікових насаджень, частка площі яких залежно від походження

варіюється від 52 до76 %. Значною є частка пристиглих дубняків природного походження (26–29 %) та молодняків насіннєвого штучного походження – 22 %. Виявлено незначну частку площі (близько 1 %), зайняту дубовими молодняками природного походження, а також пристиглими та стиглими штучними дубовими насадженнями – по 1 % (табл. 3).

Узагальнений аналіз вікової структури лісового фонду дубових насаджень свідчить, що в останні десятиріччя особливості ведення господарства обумовлюють зменшення площ насаджень природного походження. У найближчій перспективі площа стиглих і пристиглих насаджень суттєво збільшиться. Стосовно порослевих дубняків це обумовить їхнє ослаблення й суттєве погіршення санітарного стану (Tkach & Golovach 2009). Тому виникає необхідність заміни цих насаджень на цінніші насіннєві природного або штучного походження. Це вимагає також внесення відповідних змін і доповнень до нормативної бази, що регламентує проведення, зокрема, рубок головного користування та рубок формування й оздоровлення лісів.

Таблиця 3

Розподіл площі дубових насаджень Східного Полісся за віковими групами в розрізі їхнього походження

Групи віку дубових насаджень	Походження дубових насаджень						Разом	
	порослеве		насіннєве природне		насіннєве штучне			
	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%
Молодняки	0,2	1	0,1	1	3,9	22	4,2	11
Середньовікові	4,6	58	8,1	52	13,2	76	25,9	63
Пристиглі	2,0	26	4,6	29	0,1	1	6,7	16
Стиглі	0,9	11	2,8	18	0,1	1	3,8	9
Перестійні	0,3	4	0,1	–	–	–	0,4	1
Разом	8,0	100	15,7	100	17,3	100	41,0	100

Аналіз даних (табл. 4) свідчить, що в Східному Поліссі переважають дубові насадження з повнотою 0,7–0,8 (73 % площі), зокрема серед насаджень насіннєвого штучного (85 %) та порослевого (72 %) походження. Серед дубових насаджень насіннєвого природного походження переважають насадження дещо нижчої повноти – 0,6–0,7 (67 %). Частка площі насаджень із повнотою 0,4 і меншою є незначною – 1–2 %. Найбільшу частку насаджень із повнотою 0,9 і вище виявлено в штучних дубняках (5 %).

Таблиця 4

Розподіл площі дубових насаджень Східного Полісся за повнотами в розрізі їхнього походження

Повнота дубових насаджень	Походження дубових насаджень						Разом	
	порослеве		насіннєве природне		насіннєве штучне			
	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%
0,4 і нижче	0,1	1	0,3	2	0,2	1	0,6	2
0,5	0,5	7	1,6	10	0,2	1	2,3	6
0,6	1,4	17	3,9	25	1,4	8	6,7	16
0,7	3,5	44	6,6	42	7,4	43	17,6	42
0,8	2,3	28	3,1	20	7,2	42	12,6	31
0,9 і вище	0,2	3	0,2	1	0,9	5	1,3	3
Разом	8,0	100	15,7	100	17,3	100	41,0	100

Суттєве переважання за площею мають дубові насадження, що ростуть за I–II класами бонітету, незалежно від їхнього походження. Частка таких насаджень становить 81 % від загальної площі дубняків порослевого походження, 90 % – насіннєвого природного та 77 % – насіннєвого штучного (табл. 5). Виявлено незначну частку дубових насаджень IV і нижчих класів бонітету – 2 %.

Результати проведеного аналізу свідчать, що середній вік дубових насаджень порослевого походження сягає 78 років, насіннєвого природного – 91 рік, насіннєвого штучного – 53 роки. Середній діаметр порослевих дубняків становить 30,0 см, насіннєвих

природних – 34,1 см, насіннєвих штучних – 19,1 см, а середня висота – 23,1, 24,2 та 16,4 м відповідно. Найвищим значенням середнього класу бонітету характеризуються насадження насіннєвого природного походження – I,8, дещо нижчими – дубові насадження насіннєвого штучного – II,0 і порослевого походження – II,1. Найбільшою повнотою характеризуються штучні дубняки – 0,73, середня повнота порослевих насаджень становить 0,69, насіннєвих природних – 0,66. Дубові насадження насіннєвого природного та порослевого походження характеризуються більшим запасом, ніж насадження насіннєвого штучного походження.

Таблиця 5

Розподіл площі дубових насаджень Східного Полісся за класами бонітету в розрізі їхнього походження

Клас бонітету дубових насаджень	Походження дубових насаджень						Разом	
	порослеве		насіннєве природне		насіннєве штучне			
	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%
I[a]	0,1	1	0,2	1	0,5	3	0,8	2
I	1,5	19	4,5	29	5,2	30	11,3	28
II	4,9	62	9,6	61	8,0	47	22,5	55
III	1,3	16	1,4	9	2,9	17	5,5	13
IV	0,2	2	–	–	0,7	4	0,9	2
Разом	8,0	100	15,7	100	17,3	100	41,0	100

Отримані результати щодо розподілу площ дубових насаджень Східного Полісся за лісівничо-таксаційними показниками, зокрема походженням, класами бонітету та продуктивністю, а також їхнім розподілом за категоріями лісів, доцільно використовувати під час обґрунтування й уточнення віків стиглості.

Чинні віки стиглості для основних лісоутворювальних деревних порід, зокрема й дуба (Shvidenko et al. 1987), не враховують продуктивність і походження насаджень, а тому недостатньо ефективно сприяють сталому й збалансованому розвитку лісів і лісового господарства країни. Результати багаторічних досліджень (Tkach et al. 2002) свідчать про доцільність установлення різних віків стиглості для дубових насаджень насіннєвого й порослевого походження.

Висновки. Умови Східного Полісся загалом є сприятливими для успішного росту цінних лісових насаджень за участю дуба звичайного, оскільки понад 80 % таких насаджень у регіоні ростуть за I–II класами бонітету та 70 % – мають повноту в межах 0,7–0,8.

У регіоні серед дубових лісів переважають продуктивні та стійкі насадження штучного й природного насіннєвого походження. Водночас вікова структура лісового фонду є розбалансованою: суттєво за площею переважають середньовікові насадження. Тому доцільно здійснювати відповідні заходи, спрямовані на оптимізацію вікової структури лісового фонду дубових насаджень.

Отримані результати можуть бути використані під час уточнення нових віків стиглості дубових насаджень Східного Полісся з урахуванням їхнього походження, продуктивності та віднесенням їх до відповідних категорій лісів.

Серед загальної площі дубових лісів регіону значна частка площі (26 %) припадає на пристиглі, стиглі й перестійні насадження. Ведення господарства в цих лісах має бути спрямоване на забезпечення їхнього відновлення природним насіннєвим шляхом. Для цього необхідно ширше запроваджувати системи лісогосподарських заходів щодо відтворення насаджень природного насіннєвого походження, зокрема системи вибіркових і поступових рубок головного користування для експлуатаційних лісів і лісовідновних рубок – для лісів інших категорій.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Andriyenko, T. L. and Shelyah-Sosonko, Yu. R. 1983. Rastitelnyy mir Ukrainskogo Polesiya v aspekte yego okhrany [Flora of the Ukrainian Polissya in the aspect of its protection]. Kyiv, Naukova dumka, 216 p. (in Russian).

Barbarych, A. I. 1955. Flora i roslynnist Polissia Ukrayinskoi RSR [Flora and vegetation of the Polissya of the Ukrainian SSR]. Kyiv, Kyivskyy universytet imeni T. H. Shevchenka, p. 269–319 (in Ukrainian).

Chornous, O. P. 2006. Lisova roslynnist Shostkynskoho heobotanichnoho raionu (Sumska oblast) [Forest vegetation of Shostka geobotanical district (Sumy region)]. Ukrayinskyy botanichnyy zhurnal [Ukrainian Botanical Journal], 63 (3): 401–410 (in Ukrainian).

Girs, A., Novak, B., Kashpor, S. 2005. Lisovporiadkuvannia [Forest management]. Kyiv, Aristey, 435 p. (in Ukrainian).

Horin, M. O. and Didenko, M. M. 2017. Poshyrenist pryrodnykh dubovykh derevostaniv u riznykh typakh lisoroslynnykh umov Livoberezhnoho Lisostepu [Spread of natural oak stands in different forest site conditions of the Left-bank Forest-Steppe]. Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu imeni V. V. Dokuchayeva. Seriya: Gruntoznavstvo, ahrokhimiya, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo, ekolohiya gruntiv [The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series: Soil science, agricultural chemistry, agriculture, forestry, and soil ecology], 2: 252–261 (in Ukrainian).

Hrom, M. M. 2007. Lisova taksatsiya [Forest inventory]. Lviv, RVV NLTU, 416 p. (in Ukrainian).

Jung, J., Kim, S., Hong, S. et al. 2013. Effects of national forest inventory plot location error on forest carbon stock estimation using k-nearest neighbor algorithm. ISPRS J. Photogramm, 81: 82–92.

Kovalenko, I. M. 2015. Grass and subschrub layer as a structural component of forest communities in the North-East of Ukraine. Chornomorski Botanical Journal, 11 (2): 146–155 (in Ukrainian). DOI:10.14255/2308-9628/15.112/2

Lakyda, P. I. 2002. Fitomasa lisiv Ukrainy [Phytomass of Ukrainian forests]. Ternopil, Zbruch, 256 p. (in Ukrainian).

Lakyda, P. I., Bala, O. P., Matushevych, L. M., Ivaniuk, I. D. 2016. Suchasnyy stan i produktyvnist dibrov Ukrainskoho Polissya [Current state and productivity of oak stands in Ukrainian Polissya]. Lisivnytstvo i agrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 129: 32–40 (in Ukrainian).

Meshkova, V. L. and Didenko, M. M. 2017. Vikova struktura ta zberezhenist pryrodnykh dubovykh derevostaniv Livoberezhnoho Lisostepu [Age structure and survival of natural oak stands in the Left-bank Forest-Steppe]. Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu imeni V. V. Dokuchayeva. Seriya: Gruntoznavstvo, ahrokhimiya, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo, ekolohiya gruntiv [The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series: Soil science, agricultural chemistry, agriculture, forestry, and soil ecology], 1: 155–164 (in Ukrainian).

Muliarchuk, S. O. 1970. Roslynnist Chernihivshchyny [Vegetation of Chernihiv Region]. Kyiv, Vyshcha shkola, 209 p. (in Ukrainian).

Pasternak, P. S. 1990. Dovidnyk lisivnyka [Reference book of forester]. Kyiv, Urozhay, 296 p. (in Ukrainian).

Poriadok podilu lisiv na katehorii ta vydilennia osoblyvo zahysnyh lisovyh dilianok [The procedure of division of forests on category and determination of protective forest areas]. 2007. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine from 16.05.2007 No 733 (in Ukrainian).

Potapenko, A. M. and Grimashevich, V. V. 2010. Yestestvennoye vozobnovleniye dubovykh lesov v Belarusii: sostoyaniye i perspektivy [Natural regeneration of oakwoods in Belarus: condition and prospects]. Trudy Instituta lesa [Works of the Institute of Forest], 70: 88–97 (in Russian).

Potapenko, A. M. 2011. Analiz yestestvennogo vozobnovleniya duba obyknovennogo v yugo-vostochnoy Belarusii [Analysis of natural regeneration of pedunculate oak in southeastern Belarus]. Trudy Instituta lesa [Works of the Institute of Forest], 71: 118–132 (in Russian).

Povarnitsyn, V. O. 1959. Lisy ukrainskoho Polessia [Forests of the Ukrainian Polissya]. Kyiv, Akademiya nauk Ukrayinskoyi RSR, 208 p. (in Ukrainian).

Bradis, Ye. M. (Ed.). 1971. Roslynnist URSR. Lisy URSR [Vegetation of the Ukrainian SSR. Forests of the Ukrainian SSR]. Kyiv, Naukova dumka, 460 p. (in Ukrainian).

Rumiantsev, M. G. 2017. Osoblyvosti pryrodnoho ponovlennya osnovnykh lisoutvoryuvalnykh porid v dibrovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Features of natural regeneration of the main forest forming species in oak forests in the Left-bank Forest-Steppe of Ukraine]. Diss. na zdobuttya. nauk. stupenya kand. s.-g. nauk [PhD dissertation]. Kharkiv, 179 p. (in Ukrainian).

Shvidenko, A. Z., Strochinsky, A. A., Savich, Yu. N., Kashpor, S. N. (Eds.). 1987. Normativno-spravochnyye materialy dlya taksatsii lesov Ukrainy i Moldavii [Regulatory reference materials for forest inventory in Ukraine and Moldova]. Kyiv, Urozhay, 560 p. (in Russian).

Sklyar, V. G. and Dehtyaryov, V. M. 2013. Osoblyvosti pryrodnoho ponovlennya providnykh tsenozoutvoryuyuchykh vydiv v urochyshchi "Retytska Dacha" [Features of natural regrowth of dominate forest tree species in the Retitska Dacha array]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of Sumy NAU], 3(25): 11–13 (in Ukrainian).

Sytnyk, S. A., Lovinska, V. M., Velichko, V. M. 2013. Lisivnycho-taksatsiynyi analiz lisiv Dnipropetrovskoi oblasti [Silvicultural and classificatory analysis of forests of Dnipropetrovsk Region]. Visnik Dnipropetrovskogo universitetu. Seria Biologia, ekologia [Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology], 21(2): 76–82 (in Ukrainian).

Tkach, V. P. and Golovach, R. V. 2009. Suchasnyi stan pryrodnykh lisostaniv duba zvychainoho Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Modern condition of natural oak stands in the Left-bank Forest-Steppe of Ukraine]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 116: 79–84 (in Ukrainian).

Tkach, V. P., Kobets, O. V., Rumiantsev, M. H. 2018. Vykorystannya lisoroslynnoho potentsialu lisamy Ukrainy [Use of forest site capacity by forests of Ukraine]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 132: 3–12 (in Ukrainian).

Tkach, V. P., Luk'yanets, V. A., Rumiantsev, M. H. 2014. Poperednie ponovlennya derevnykh porid v umovakh svizhoyi klenovo-lypovoyi dibrovy Livoberezhnoho Lisostepu [Advance regeneration of tree species in fresh maple-lime oak forest of the Left-Bank Forest-Steppe]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 124: 47–54 (in Ukrainian).

Tkach, V. P., Pasternak, V. P., Buksha, I. F. 2002. Viky styhlosti lisiv Ukrainy ta shliakhy udoskonalennya lisokorystuvannya [Ages of maturity in Ukrainian forests and ways of fellings system improvement]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration],101: 98–104 (in Ukrainian).

Tkach, V. P., Rumiantsev, M. H., Luk'yanets, V. A., Lunachevskyy, L. S., Chyhrynets, V. P., Samoday, V. P. 2017. Dubovi derevostany pivnichnoho skhodu Ukrainy ta osoblyvosti pryrodnoho ponovlennia v nykh [Oak forest stands in the north-east of Ukraine and features of their natural regeneration]. Lisivnytstvo i agrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 130: 77–85 (in Ukrainian).

Tsvirko, R. V., Puchilo, A. V., Rusetski, S. G. 2016. Problema sovremennogo sostoyaniya i dinamiki lesnoy rastitelnosti v Belorusskom Polesye [The issue of modern state and dynamics of forest vegetation in Belarusian Polesia]. Sbornik dokladov Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii "Problemy ratsional'nogo ispol'zovaniya prirodnykh resursov i ustoychivoye razvitie Poles'ya" [Papers of the International Scientific Conference "Problems of rational use of natural resources and sustainable development of Polesye". Minsk, p. 347–350 (in Russian).

Yurkevich, I. D. 1951. Dubravy Belorusskoy SSR i ikh vosstanovleniye [Oak forests of the Byelorussian SSR and their rehabilitation]. Minsk, Gosudarstvennoye izdaniye BSSR, 218 p. (in Russian).

Yurkevich, I. D., Lovchiy, N. F., Geltman, V. S. 1977. Lesa Belorusskogo Polesia (geobotanicheskiye issledovaniya) [Forests of the Belarusian Polesye (geobotanical research)]. Minsk, Nauka i tekhnika, 288 p. (in Russian).

Tkach V. P., Rumiantsev M. H., Kobets O. V., Luk'yanets V. A.

CURRENT STATE OF OAK STANDS IN EASTERN POLISSYA ZONE

Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky

Based on the forest management materials the forest areas in the Eastern Polissya zone, namely distribution of oak stands by their origin, age groups, types and functional categories of forests were analyzed. The main forest mensuration indicators of the oak stands in the region were investigated in terms of their origin. The article presents results of the analysis of special aspects in distributing areas and stock volumes of oak stands in different forest categories. It was revealed that the age structure of the oak stands is unbalanced. At that, the middle-aged stands significantly predominate irrespective of their origin, as well as the approaching maturity oak stands of natural origin and seeded young stands do. Specific forest management measures are proposed to optimize the age structure of the Eastern Polissya oak forests and ensure their restoration by natural seed regeneration.

K e y w o r d s: Eastern Polissya zone, oak stands, forest type, forest functional category, forest mensuration indicators, stand productive capacity.

Ткач В. П., Румянцев М. Г., Кобец А. В, Лукьянец В. А.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДУБОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОГО ПОЛЕСЬЯ

Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого

На основании материалов лесоустройства проанализирован лесной фонд Восточного Полесья, в частности, распределение площади дубовых насаждений по происхождению, группам возраста, типам леса и категориями лесов. Исследованы лесоводственно-таксационные показатели дубовых лесов региона в разрезе их происхождения. Представлены результаты исследований особенностей распределения площади и запаса дубовых насаждений в различных категориях лесов. Выявлена разбалансированность возрастной структуры дубовых насаждений с существенным преобладанием средневозрастных насаждений независимо от их происхождения, а также приспевающих дубняков естественного происхождения и молодняков семенного искусственного происхождения. Предложено проведение лесохозяйственных мероприятий в дубовых лесах Восточного Полесья по оптимизации возрастной структуры насаждений и обеспечению их восстановления естественным семенным путем.

К л ю ч е в ы е с л о в а: Восточное Полесье, дубовые насаждения, тип леса, категории лесов, лесоводственно-таксационные показатели, производительность насаждения.

Email: tkach@uriffm.org.ua; maxrum-89@ukr.net; alexei_kobec@ukr.net

Одержано редколегією 14.06.2019

СЕЛЕКЦІЯ, ДЕНДРОЛОГІЯ

УДК 630.174.175;181.36.416.16

CC BY

https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.58

В. А. ДИШКО, І. М. УСЦЬКИЙ, О. А. МИХАЙЛИЧЕНКО

ОСОБЛИВОСТІ МОРФОЛОГІЧНИХ І БІОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕПРОДУКТИВНИХ ОРГАНІВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ РІЗНОЇ СТІЙКОСТІ В НАСАДЖЕННЯХ, УРАЖЕНИХ КОРЕНЕВОЮ ГУБКОЮ

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

Висвітлено результати дослідження морфологічних та біометричних характеристик дерев сосни звичайної різного санітарного стану в уражених кореневою губкою насадженнях V і VI класів віку. В осередках усихання відібрано дерева без ознак ослаблення («стійкі») та з ознаками хвороби («хворі»), а в міжосередковому просторі – середні за таксаційними показниками дерева І категорії санітарного стану – контроль. Оцінювали якісні й кількісні характеристики шишок, насіння, крилаток (забарвлення, розміри, форму та масу). Розміри генеративних органів сосни з підвищеною резистентністю виявилися більшими, ніж у дерев із ознаками хвороби та контрольних, що є наслідком адаптації дерева до відкритого простору прогалини на тлі розвитку патологічних процесів і з генетичними особливостями сосни пов'язано мало. Дерева з підвищеною резистентністю в осередках усихання характеризуються суттєво більшою варіабельністю показників діаметра (*Cv* = 21,2…27,4 %), ніж «хворі» (*Cv* = 8,9…12,1 %).

К л ю ч о в і с л о в а : сосна звичайна, коренева губка *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., осередок усихання, «стійкі» дерева, «хворі» дерева, «здорові» дерева, шишки, насіння.

Вступ. У соснових насадженнях, уражених кореневою губкою (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. *s. l.*), із тривалим розвитком осередків усихання, поряд з інтенсивним патогенним відпадом трапляються поодинокі життєздатні дерева, іноді – їхні групи. Такі дерева були предметом вивчення низки вчених не лише в Україні, але й у країнах Західної Європи (Shigo 1984), США, Італії (Capretti et al. 2013) та Російської Федерації (Maksimov 2004, Tarakanov et al. 2012). В УкрНДІЛГА також досліджували стійкі дерева у соснових насадженнях, що всихають від кореневої губки (Chernykh 1965, Ladeyshchikova et al. 1978, Ladeyshchikova 1980, Bulat 2006, Dyshko & Torosova 2016). Завдяки спільним зусиллям учених визначено й охарактеризовано основні й супутні ознаки стійкості дерев сосни до кореневої губки та запропоновано методики діагностування й відбору дерев із підвищеною резистентністю (Chernykh 1965, Ladeyshchikova 1980, Ustskiy 1988, Bulat 2006, Capretti et al. 2013, Tarakanov et al. 2012), окремі з них запатентовано (Sposob otbora 1984, Sposib henetychnoho vidboru 2012). Дерева, які зберігають життєздатність у відкритому просторі осередку всихання, відзначаються потужними горизонтальними коренями з недостатньо розвиненим стрижневим, добрим приростом за діаметром і сповільненим приростом за висотою, більшим накопиченням пізньої деревини та вищою межою розташування грубої кори. Вміст екстрактивних речовин, розчинних в ацетоні та хлороформі, у лубі та хвої дерев, не сприйнятливих до кореневої губки, та їхня смолистість є більшими, ніж у хворих (Ladeyshchikova et al. 1978, Ustskiy 1988, Dyshko et al. 2015).

Унаслідок тривалого розвитку патологічних процесів у соснових насадженнях відбувається природна диференціація дерев за станом. Незважаючи на це, діагностування дерев для визначення їхньої резистентності до появи та розвитку осередків усихання в деревостані залишається складним. Так, використання генетичних маркерів резистентності сосни і ялини до кореневої губки не дає чіткої ідентифікації стійких генотипів, а ступінь сприйнятливості сосни до *Heterobasidion annosum* суттєво різниться й залежить від генотипу дерева-живителя та експресії генів, які пов'язані з метаболізмом та іншими функціями захисту клітин (Asiegbu et al. 2003, Marčiulynas et al. 2019). Таким чином, умовно стійкі дерева виявляють насамперед за допомогою морфологічних та фітопатологічних методів (Adomas et al. 2007, Marčiulynas et al. 2019). Виявлення хворих дерев сосни в осередках кореневої губки є значно простішим завданням, ніж визначення таких дерев у ялинових насадженнях, оскільки в сосни коренева губка поширюється не вище рівня кореневої шийки,

утворюючи суцільну кореневo-окоренкову гниль, а в ялини – піднімається ядром стовбура на висоту 5–6 м і на життєдіяльність дерева не впливає (Negrutskiy 1986), що заважає ідентифікації осередків до появи плодових тіл. Зважаючи на те, що стійкість до розвитку хвороби окремих дерев активної частини осередку часто зумовлена добре розвиненим стрижневим коренем, а у відкритому просторі прогалини – потужним горизонтальним корінням (Ustskiy 2017), для визначення ступеня ураження дерев необхідно розкопування їхніх кореневих систем, що не є доцільним. Складність таких досліджень спонукає до пошуку інших, доступніших та ефективніших, методів ідентифікації стійких дерев, використання яких дасть можливість визначати дерева з підвищеним потенціалом стійкості до кореневої губки не лише в осередках, але й у неуражених хворобою насадженнях на різних етапах онтогенезу. З урахуванням слабкої кореляції між резистентністю сосни й таксаційними показниками дерев (Pastukhova et al. 2015), перспективним може бути вивчення морфологічних і біометричних характеристик репродуктивних органів сосни. За даними Л. Ф. Поплавської та С. В. Ребко (Poplavskaya & Rebko 2013), дерева з підвищеною стійкістю в осередках усихання добре плодоносять, мають жіночий тип сексуалізації й характеризуються шишками широкої форми з гладким або пірамідальним апофізом. Також відомо про кращу адаптивність садивного матеріалу, вирощеного з насіння темних відтінків (чорного, чорно-сірого, коричневого) (Novikova 2007, Chemeris & Boyko 2008).

Метою проведених досліджень було виявлення зв'язків між ступенем стійкості дерев сосни звичайної до ураження кореневою губкою та морфологічними особливостями шишок і насіння.

Матеріали й методи. Дослідження проведено в чистих соснових насадженнях сосни звичайної V і VI класів віку, уражених кореневою губкою, які знаходяться на території Дергачівського (Варіант 1 – 21 дерево) та Липецького (Варіант 2 – 22 дерева) лісництв Харківської ЛНДС. В осередках усихання відбирали модельні дерева, які за зовнішніми ознаками відповідали I категорії санітарного стану (Sanitarni pravyla 2016), – «стійкі», та дерева, які віднесені до III–IV категорій стану – «хворі». У зімкнених фрагментах міжосередкового простору відбирали контроль – дерева I категорії стану з діаметрами, близькими до середнього показника в насадженні. В усіх відібраних дерев визначали висоту, діаметр (Hrom 2007) та інтенсивність плодоношення, а також заготовляли зразки шишок для дослідження їхніх біометричних та морфологічних характеристик. Облік плодоношення модельних дерев проводили за баловою шкалою окомірної оцінки В. Г. Каппера (Hordiyenko et al. 2005) згідно з якою: 0 – плодоношення відсутнє, 1 – плодоношення дуже слабке; 2 – слабке; 3 – середнє; 4 – добре; 5 – рясне. Форму апофізів, а також забарвлення шишок, насіння й крилаток визначали за шкалами Л. Ф. Правдіна (Pravdin 1964). За забарвленням шишок виділено три категорії (коричневі, бежеві та сірі), насіння – п'ять (жовте, бежеве, коричневе, чорне, строкате), крилаток – чотири (жовті, світло-коричневі, коричневі, темно-коричневі). Класифікацію форми апофізів шишок було здійснено за Л. Ф. Правдіним (Pravdin 1964) із виділенням трьох основних форм: *f. plana* C. (*а*), *f. gibba* C. (*б*) і *f. reflexa* C. (*в*). Для *f. Gibba* C. і *f. reflexa* C. виокремлено проміжні форми (відповідно $б_1$, $б_2$, $б_3$ і $в_1$, $в_2$). Для кожної групи дерев визначали співвідношення часток кожної форми у відсотках.

Для визначення біометричних характеристик із загального збору кожного дерева відбирали зразки шишок (50 шт.). За допомогою штангенциркуля вимірювали довжину та ширину останніх. Дрібними вважали шишки завдовжки менше ніж 40 мм, середніми – завдовжки 40–50 мм, великими – завдовжки більше ніж 50 мм (Pravdin 1964). Через співвідношення довжини й ширини шишок визначали коефіцієнт їхньої форми та розподіляли на категорії (Pravdin 1964): видовжені – $К_{ф\text{-}ш}$ = 2,5–3,0; широкі – $К_{ф\text{-}ш}$ = 2,0–2,5; яйцеподібні – $К_{ф\text{-}ш}$ = 1,5–2,0; круглі – $К_{ф\text{-}ш}$ = 1–1,5. Дисиметричну мінливість форми шишок визначали за методикою А. В. Хохріна (Khokhrin 1970). Рахували кількість правих і лівих парастих. Лівосторонніми формами (*L*) вважали шишки, в яких у лівому напрямку

8 парастих, а в правому – 5, а правосторонніми (*D*) – навпаки (відповідно 5/8; 8/5). У кожному зразку визначали частки *L* і *D* форм.

Для визначення розмірів насіння (довжина й ширина) і крилаток (довжина) також відбирали зразки насіння від кожного дерева (по 50 шт.). Розраховували коефіцієнт форми насіння ($K_{ф\text{-}н}$) аналогічно коефіцієнту форми шишок (Pravdin 1964) і розподіляли насіння за категоріями: довгасте ($K_{ф\text{-}н}$ = 2,0–1,8), овальне ($K_{ф\text{-}н}$ = 1,7–1,8), широкоовальне ($K_{ф\text{-}н}$ = 1,0–1,7).

Масу шишок і насіння визначали на електронних вагах «AXIS». Для зважування шишок із кожного дерева відбирали 3 зразки по 10 шишок, середню масу однієї шишки $m_ш$ визначали як середнє арифметичне зразків, поділене на 10. Масу насінин $m_н$ визначали для 1000 шт.

Варіювання показників оцінювали за шкалою С. О. Мамаєва (Mamayev 1972): коефіцієнт варіювання дуже низький (до 7 %), низький (8–12,5 %), середній (13–20 %), підвищений (21–30 %), високий (31–40 %), дуже високий (більше 40 %). Отримані дані оброблено статистично в програмі MS Excel.

Результати та обговорення. Результати дослідження (табл. 1) свідчать, що середня висота модельних дерев сосни звичайної (контроль), відібраних у міжосередковому просторі насадження, ураженого кореневою губкою, – 27,0 м (Варіант 1) і 26,7 м (Варіант 2), а діаметр – 26,6 см і 25,4 см відповідно. «Стійкі» й «хворі» дерева з осередку всихання характеризуються меншою середньою висотою, ніж контрольні (відставання – на 2,6–10,1 %). Середній діаметр «стійких» був більшим, ніж на контролі, в обох варіантах (Варіант 1 – перевищення на 15 %; Варіант 2 – перевищення на 10 %), а «хворих» – лише у Варіанті 2 (перевищення на 13 %). Під час порівняння таксаційних показників дерев, відібраних в осередку всихання, виявлено, що середня висота «стійких» дерев в обох варіантах була меншою, ніж «хворих» (на 3 і 8 % відповідно). Середній діаметр «стійких» дерев у Варіанті 1 був більшим, ніж у «хворих», на 15,7 %, а у Варіанті 2 – меншим на 2,5 %.

Таблиця 1

Таксаційні показники груп дерев із різною стійкістю до кореневої губки

Показник	Контроль		«Стійкі»		«Хворі»		*t**	
	$X_{сер} \pm m$	C_v, %	$X_{сер} \pm m$	C_v, %	$X_{сер} \pm m$	C_v, %	«Стійкі» – контроль	«Стійкі» – «хворі»
Варіант 1 (Дергачівське лісництво)								
Кількість дерев, шт.	5	–	10	–	7	–	–	–
Висота, м	27,0 ± 0,45	3,8	24,5 ± 0,33	4,3	25,3 ± 0,49	5,2	**-4,4**	-1,3
Діаметр, см	26,6 ± 0,70	5,9	31,3 ± 2,71	27,4	26,4 ± 0,89	8,9	1,6	1,7
Варіант 2 (Липецьке лісництво)								
Кількість дерев, шт.	7	–	8	–	7	–	–	–
Висота, м	26,7 ± 0,67	4,3	24,0 ± 1,00	7,2	26,0 ± 0,58	3,8	**-2,2**	-1,7
Діаметр, см	25,4 ± 0,95	9,9	28,3 ± 2,12	21,2	29,0 ± 1,44	12,1	1,3	-0,3

*Показники порівнювали між собою за критерієм Стьюдента (грубим шрифтом виділено $t > t_{Ст}$ = 2,13; $p \leq 0,05$).

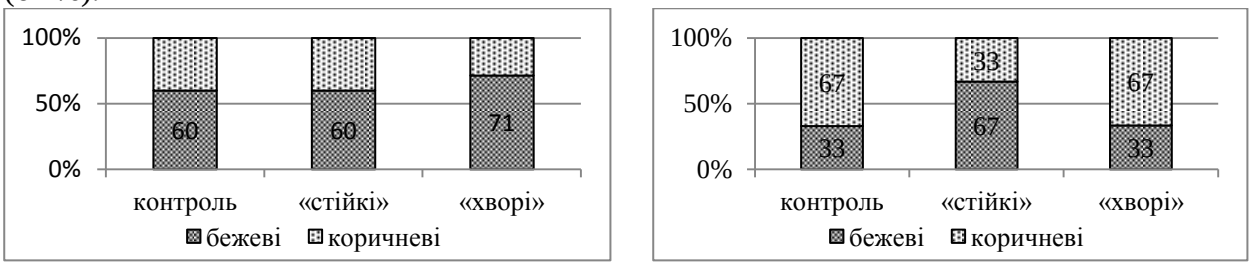
На особливості таксаційних показників «стійких» і «хворих» дерев можуть впливати як умови їхнього виростання, так і розвиток хвороби. Для «стійких» дерев характерним є розташування на відкритому просторі прогалин і відсутність конкуренції, а для «хворих» – порушення фізіологічних функцій, яке позначається на життєдіяльності та ростових характеристиках.

Варіювання висоти у групах «стійких» та «хворих» дерев, як і на контролі, оцінено показниками дуже низького рівня (C_v = 3,8…7,2 %). Варіювання показників діаметрів «стійких» дерев було підвищеним (Варіант 1 – C_v = 27,4 %; Варіант 2 – C_v = 21,2 %), а

«хворих» – низьким і середнім (Варіант 1 – C_v = 8,9 %; Варіант 2 – C_v = 12,1 %). Така варіабельність, на нашу думку, може бути зумовлена не лише станом кореневих систем та екологічними особливостями прогалин, але й індивідуальними властивостями дерев.

Інтенсивність плодоношення контрольних дерев в обох варіантах оцінено як дуже слабку (60 %) і слабку (40 %). Показники «стійких» дерев були вищими, ніж «хворих». Серед «стійких» частка дерев із середнім ступенем плодоношення становить 30 %, добрим – 50 % і рясним – 20 %, а серед «хворих» – із середнім – 60 % і добрим – 40 %.

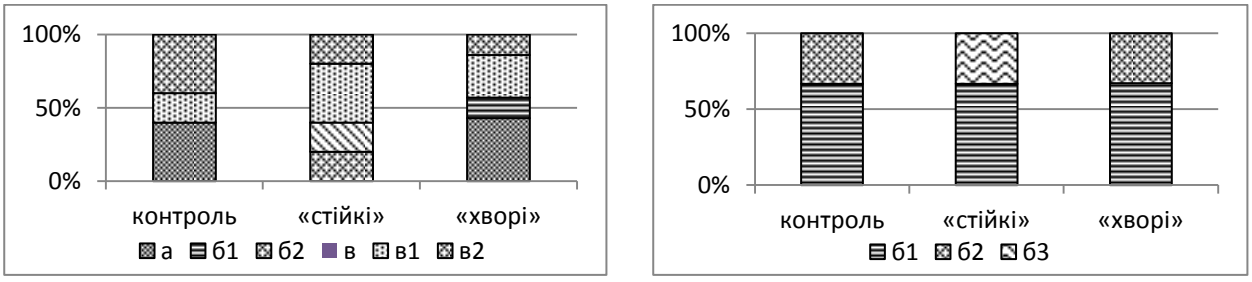
Шишки відібраних модельних дерев усіх груп мали бежеве та коричневе забарвлення. Більшість «стійких» і «хворих» дерев із Варіанта 1 (рис. 1*а*) мають шишки бежевого кольору (60 та 71 % відповідно). У Варіанті 2 (рис. 1*б*) серед «стійких» переважають дерева з шишками бежевого кольору (67 %), а серед «хворих» – із коричневими (67 %). На контролі у Варіанті 1 виявлено більше дерев із бежевими шишками (60 %), у Варіанті 2 – з коричневими (67 %).



а ***б***

Рис. 1 – Особливості розподілу дерев у групах різного стану за забарвленням шишок:
***а* – Варіант 1; *б* – Варіант 2**

Зважаючи на те, що в Білорусі під час відбору дерев сосни на стійкість до кореневої губки надають перевагу ширококронним соснам із гачкуватим апофізом шишок (Poplavskaya & Rebko 2013), проаналізовано розподіл дерев за формою апофіза в групах «стійких» та «хворих» дерев. У насадженнях зафіксовано дерева з апофізами насінних лусок типу *f. plana* C. (*а*), *f. gibba* C. (*б*$_1$, *б*$_2$, *б*$_3$) і *f. reflexa* C. (*в*, *в*$_1$, *в*$_2$). Розподіл дерев у варіантах (рис. 2) свідчить, що «стійкі» дерева із Варіанта 1 (рис. 2*а*) мали апофізи шишок типу *f. gibba* C. (*б*$_2$ – 20 %) і *f. reflexa* C. (*в* – 20 %, *в*$_1$ – 40 %, *в*$_2$ – 20 %), «хворі» – *f. plana* C. (*а* – 43 %), *f. gibba* C. (*б*$_2$ – 14 %) і *f. reflexa* C. (*в*$_1$ – 29 %, *в*$_2$ – 14 %). Дерева на контролі представлені формами типу *f. plana* C. (*а* – 40 %) і *f. reflexa* C. (*в*$_1$ – 20 %, *в*$_2$ – 40 %). У Варіанті 2 апофізи насінних лусок у всіх дерев мали тип *f. gibba* C., серед них розрізняли проміжні форми (*б*$_1$, *б*$_2$, *б*$_3$). У групі



а ***б***

Рис. 2 – Особливості розподілу дерев у групах різного стану за формою шишок:
***а* – Варіант 1; *б* – Варіант 2**

«стійких» і «хворих» дерев, як і на контролі, переважають дерева з апофізами типу *б*$_1$ (67 %). Результати дослідження, отримані на прикладі Варіанта 1, співпадають із результатами (Poplavskaya & Rebko 2013), а у Варіанті 2 – ні. Результати окомірного оцінювання показали,

що в більшості «стійких» дерев розміри пірамідок і гачків були виразнішими, ніж у «хворих».

Дерева в насадженнях характеризуються видовженою (Варіант 1 – 9 %; Варіант 2 – 11 %), широкою (Варіант 1 – 66 %; Варіант 2 – 66 %) та яйцеподібною (Варіант 1 – 28 %; Варіант 2 – 22 %) формами шишок. Результати проведених досліджень показали (табл. 2), що в обох варіантах серед «стійких» дерев переважають форми з широкими шишками (70 і 66,7 % для Варіанта 1 і 2 відповідно). У «хворих» дерев Варіанта 1 частки дерев із широкими та яйцеподібними шишками є рівними (43 %), решту становлять форми з видовженими шишками (14,3 %), а у Варіанті 2 відзначено перевагу дерев із широкими шишками (66,7 %), тоді як дерева з яйцеподібними шишками становлять половину від цієї кількості (33,3 %). У контрольних варіантах зафіксовано перевагу дерев із широкими шишками (відповідно 80 і 66,7 %). Результати проведених досліджень показали, що дерева з широкими шишками досить часто трапляються як серед «стійких», так і серед хворих «дерев», тому стверджувати про більшу стійкість дерев із такими формами шишок не можна. Ефективність використання цієї ознаки для діагностування стійких до патогенних факторів дерев вважаємо сумнівною.

Таблиця 2

Біометричні та морфологічні характеристики шишок сосни звичайної у дерев із різним ступенем стійкості до кореневої губки

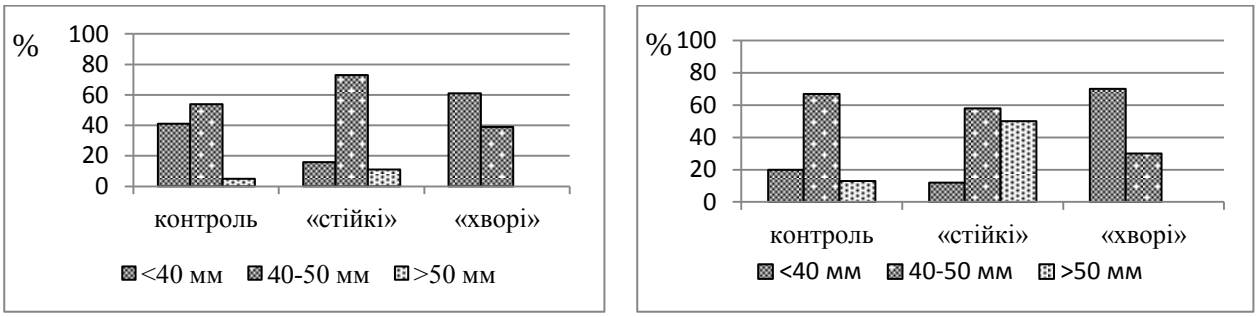
Показник	Варіант	Контроль		«Стійкі»		«Хворі»		*t**	
		$X_{сер} \pm m$	C_v, %	$X_{сер} \pm m$	C_v, %	$X_{сер} \pm m$	C_v, %	«Стійкі» – контроль	«Стійкі» – «хворі»
Довжина шишок, мм	1	37,4 ± 0,4	15,8	44,3 ± 0,3	12,0	37,2 ± 0,4	14,4	**13,1**	**13,9**
	2	44,0 ± 1,29	5,1	46,8 ± 2,54	9,4	37,7 ± 1,96	9,4	**-3,5**	**11,7**
Ширина шишок, мм	1	17,9 ± 0,2	14,2	20,4 ± 0,1	11,9	17,9 ± 0,2	14,9	**12,8**	**11,7**
	2	19,7 ± 1,43	12,6	21,1 ± 0,79	6,4	17,7 ± 0,17	1,6	**-3,3**	**10,9**
Маса 1 шишки, г	1	6,0 ± 0,85	31,3	7,9 ± 0,67	26,8	5,3 ± 0,48	26,0	1,7	**2,8**
	2	7,3 ± 0,30	39,9	8,7 ± 0,28	31,1	4,8 ± 0,13	25,9	-3,4	**12,6**
Дисиметрична мінливість шишок	1	*D* – 51 %; *L* – 49 %		*D* – 48 %; *L* – 52 %		*D* – 60 %; *L* – 40 %		–	–
	2	*D* – 56 %; *L* – 43 %		*D* – 35 %; *L* – 65 %		*D* – 70 %; *L* – 30 %		–	–
Форма шишок за коефіцієнтом форми	1	широка – 80 % яйцеподібна – 20 %		видовжена – 10 % широка – 70 % яйцеподібна – 20 %		видовжена – 14,3 % широка – 42,9 % яйцеподібна – 42,9 %		–	–
	2	видовжена – 33,3 % широка – 66,7 %		широка – 66,7 % яйцеподібна – 33,3 %		широка – 66,7 % яйцеподібна – 33,3 %		–	–

*Показники порівнювали між собою за критерієм Стьюдента (грубим шрифтом виділено $t > t_{Ст} = 2.58$; $p \leq 0,05$).

Дослідження дисиметричної мінливості форм шишок (*L* і *D*), яку визначають за співвідношенням лівих і правих парастих, свідчить, що в «стійких» дерев у більшості шишок (Варіант 1 – 52 %, Варіант 2 – 65 %) переважали ліві парастихи, а у «хворих» – праві (Варіант 1 – 60 %, Варіант 2 – 70 %). На контролі частки *L* і *D* форм були майже однаковими, відмінності між ними не перевищували 4 %.

Середня довжина шишок, зібраних із контрольних дерев першого насадження, – 37,4 см, а другого – 44,0 см, середня ширина – 17,9 і 19,7 см відповідно, середня маса однієї шишки – 6,0 і 7,3 г відповідно. Розміри шишок та їхня маса були більшими, ніж на контролі, в «стійких» дерев на 6–24 %, у «хворих» – на 12–45 %, що підтверджено статистично ($p \leq 0,01$). Варіювання розмірів шишок характеризується середніми показниками за шкалою С. А. Мамаєва (C_v = 5,1…15,8 %), тоді як маса – підвищеними і високими (C_v = 25,9…39,9 %).

Розподіл шишок за категоріями довжини показав, що в дерев із неураженої частини насадження (контроль) зафіксовано великі, середні й дрібні шишки (рис. 3). У дерев із підвищеною резистентністю, як і на контролі, трапляються дрібні (Варіант 1 – 16 %, Варіант 2 – 12 %), середні (Варіант 1 – 73 %, Варіант 2 – 58 %) і великі (Варіант 1 – 11 %, Варіант 2 – 30 %) шишки, тоді як у «хворих» – дрібні (Варіант 1 – 61 %, Варіант 2 – 70 %) і середні (Варіант 1 – 39 %, Варіант 2 – 30 %).



а ***б***

Рис. 3 – Розподіл шишок сосни звичайної за довжиною в групах дерев різного стану:
***а* – Варіант 1; *б* – Варіант 2**

«Стійкі» дерева з Варіанта 1 представлені формами з бежевим (20 %), коричневим (10 %), чорним (20 %) і строкатим (30 %) насінням, а «хворі» – з коричневим (29 %), чорним (14 %) і строкатим (57 %). У Варіанті 2 «стійкі» дерева на 100 % представлені формами з чорним насінням, а «хворі» – формами з чорним (33,3 %) і строкатим (66,7 %). Аналіз отриманих результатів свідчить, що серед «стійких» більше дерев із чорним насінням (Варіант 1 – 40 %, Варіант 2 – 100 %), а серед «хворих» – зі строкатим (Варіант 1 – 57 %, Варіант 2 – 66%). Контрольні дерева у Варіанті 1 представлені формами з бежевим (20 %), чорним (60 %) і строкатим (20 %) насінням, а у Варіанті 2 – з чорним (33,3 %) і строкатим (66,7 %).

«Стійкі» й «хворі» дерева з першого насадження (Варіант 1) представлені формами зі світло-коричневими (14 і 40 % відповідно), коричневими (43 і 30 % відповідно) і темно-коричневими (43 і 30 % відповідно) крилатками, а в другому насадженні (Варіант 2) серед «стійких» траплялися лише дерева з коричневими крилатками (100 %), а серед «хворих» – зі світло-коричневими (33,3 %), коричневими (33,3 %) і темно-коричневими (33,3 %). На контролі в першому насадженні крилатоки мали світло-коричневе (20 %), коричневе (40 %) і темно-коричневе (40 %) забарвлення, а у Варіанті 2 – коричневе (33,3 %) і темно-коричневе (66,7 %).

Насіння в «стійких» і «хворих» дерев (табл. 3) з першого насадження (Варіант 1) мало довгасту, овальну й широкоовальну форму; в обох групах переважають дерева з насінням овальної форми (72 і 70 % відповідно). У другому насадженні (Варіант 2) форма насіння дерев в обох групах – довгаста (100 %). На контролі представлені дерева з насінням довгастої та овальної форми.

Середня довжина й ширина насіння, зібраного зі «стійких» дерев (табл. 3), його маса (1000 шт. насінин) та середня довжина насіннєвих крилаток були суттєво ($p \leq 0{,}01$) більшими, ніж у «хворих», відмінності між групами становили 8–25 %. У контрольних дерев показники досліджених ознак були меншими, ніж у «стійких», але не поступалися «хворим». Порожнє насіння зафіксовано у всіх без винятку дерев, що, ймовірно, пов'язане з комплексом еколого-біологічних факторів і від стану дерев залежить мало. У зразках «стійких» дерев відсоток порожнього насіння варіюється від 6,0 до 36,4 %, у «хворих» – від 0,15 до 33,0 %. У контрольних варіантах частка пустого насіння варіюється від 1,7 до 75,8 %. Слід зазначити, що в більшості зразків (78 %) частка порожнього насіння не перевищує 10 % від загальної його кількості. Найбільшу частку порожнього насіння зафіксовано в здорового

дерева з міжосередкового простору (75 %). Результати дослідження ще раз підтвердили, що пригнічення фізіологічних процесів у дерев, уражених кореневою губкою, та особливості світлового й теплового режиму дерев на відкритому просторі галявин впливають на генеративну сферу, зокрема на біометричні показники шишок, насіння та його масу.

Таблиця 3

Характеристики груп дерев різного стану за показниками насіння та крилаток

Показник	Варіант	Контроль		«Стійкі»		«Хворі»		*t**	
		$X_{сер} \pm m$	C_v, %	$X_{сер} \pm m$	C_v, %	$X_{сер} \pm m$	C_v, %	«Стійкі» – контроль	«Стійкі» – «хворі»
Довжина насіння, мм	1	4,6 ± 0,05	7,5	4,8 ± 0,06	6,8	4,1 ± 0,05	7,0	**2,56**	**8,96**
	2	4,6 ± 0,05	8,1	4,7 ± 0,06	10,4	4,3 ± 0,04	6,4	1,28	**5,55**
Ширина насіння, мм	1	2,4 ± 0,04	8,5	2,7 ± 0,05	10,1	2,4 ± 0,04	9,4	**4,69**	**4,69**
	2	2,5 ± 0,03	9,3	2,6 ± 0,04	11,5	2,2 ± 0,02	8,6	**2,0**	**8,94**
Довжина крилатки, мм	1	16,1 ± 0,88	26,7	17,7 ± 0,28	8,8	15,4 ± 0,26	7,9	1,73	**6,02**
	2	17,1 ± 0,21	9,6	19,1 ± 0,23	9,2	15,3 ± 0,24	12,2	**6,42**	**11,43**
Маса насіння (1000 шт.)	1	8,1 ± 0,32	8,9	9,4 ± 0,40	13,3	7,0 ± 0,40	15,2	**2,54**	**4,24**
	2	6,9 ± 0,36	8,9	7,7 ± 0,62	13,9	6,0 ± 0,18	6,8	1,12	**2,63**
Частка порожнього насіння, % (min–max)	1	1,7–20,0	–	4,2–36,4	–	0,15–28,6	–	–	–
	2	14,0–75,8	–	6,0–9,0	–	2,0–33,0	–	–	–
Форма насіння за коефіцієнтом форми	1	довгаста – 40 % овальна – 60 %		довгаста – 20 % овальна – 70 % широкоовальна – 10 %		довгаста – 14 % овальна – 72 % широкоовальна – 14 %		–	–
	2	довгаста – 33 % овальна – 67 %		довгаста – 100 %		довгаста – 100 %		–	–

*Показники порівнювали між собою за критерієм Стьюдента (грубим шрифтом виділено $t > t_{Ст} = 2{,}02$; $p \leq 0{,}05$).

Висновки. Дерева сосни звичайної в осередках кореневої губки характеризуються пригніченням росту у висоту проти контрольних, але не поступаються їм за показниками діаметрів. Середня висота «стійких» дерев є меншою, ніж у «хворих», а діаметр – більшим. Варіювання значень діаметра «стійких» дерев є більшим, ніж «хворих».

Суттєвих відмінностей за морфологічними особливостями шишок і насіння (забарвлення, форма) у дерев із підвищеною резистентністю та сприйнятливих до хвороби не виявлено. Водночас у групі «стійких» дерев простежується тенденція щодо переважання форм із чорним насінням (Варіант 1 – 40 %; Варіант 2 – 100 %), а в групі «хворих» – зі строкатим (Варіант 1 – 57 %; Варіант 2 – 66 %).

За забарвленням крилаток суттєвих відмінностей між «стійкими» та «хворими» деревами не зареєстровано, при цьому серед перших більше дерев із коричневими й темно-коричневими крилатками, а серед других – зі світло-коричневими.

Біометричні показники шишок і насіння (довжина, ширина, маса), а також крилаток (довжина) «стійких» дерев мають більші значення, ніж «хворих» (на 12,0–44,8 %).

На морфологічні особливості «стійких» дерев, що зберегли життєздатність в осередку кореневої губки, а також якісні й кількісні характеристики їхніх репродуктивних органів впливають світловий і тепловий режими у відкритому просторі прогалин на тлі розвитку патологічних процесів, що не дає змоги використовувати ці ознаки як самостійні критерії під час відбору дерев, резистентних до захворювання.

Подальшим важливим етапом досліджень за цим напрямом є пошук маркерних ознак стійких дерев, при цьому є необхідним вивчення таксаційних і морфологічних характеристик дерев сосни для комплексного оцінювання продуктивності та адаптивності.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Adomas, A., Heller, G., Li, G., Olson, Å., Chu, T. M., Osborne, J., ..., Dean, R. A. 2007. Transcript profiling of a conifer pathosystem: response of *Pinus sylvestris* root tissues to pathogen (*Heterobasidion annosum*) invasion. Tree Physiology, 27(10): 1441–1458.

Asiegbu, F. O., Choi, W., Li, G., Nahalkova, J., Dean, R. A. 2003. Isolation of a novel antimicrobial peptide gene (Sp-AMP) homologue from *Pinus sylvestris* (Scots pine) following infection with the root rot fungus *Heterobasidion annosum*. FEMS microbiology letters, 228(1): 27–31.

Bulat, A. G. 2006. Osobennosti porazheniya kornevoy gubkoy sosnovykh nasazhdeniy Kharkovshchiny i meropriyatiya po profilaktike bolezni [Peculiarities of damage of the annosum root rot of pine plantations in Kharkiv region and measures for disease prevention]. Dis. na zdobuttya. nauk. stupenya kand. s.-g. nauk [PhD dissertation]. Kharkov, 280 p. (in Ukrainian).

Capretti, P., Comparini, C., Garbelotto, M., La Porta, N., Santini, A. (Eds.) 2013. Proceedings XIII Conference Root and Butt Rot of Forest Trees, IUFRO Working Party 7.02.01, September 4th – 10th 2011, Firenze. S. Martino di Castrozza (Trento), Italy, Firenze University Press, 280 p. DOI: 10.13140/RG.2.1.4569.5521

Chemeris, O. V. and Boyko, M. I. 2008. Vmist fenolnykh spoluk v infikovanykh hrybom *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. prorostkakh *Pinus sylvestris* L. ta *Pinus pallasiana* D. Don [Content of phenolic compounds in fungi infected with *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. seedlings of *Pinus sylvestris* L. and *Pinus pallasiana* D. Don]. In: Mizhvid. zb. nauk. pr.: Problemy ekolohiyi ta okhorony pryrody tekhnohennoho rehionu[Problems of ecology and nature conservation in technogenic region]. [Bespalova, S.V., Ed.], 8: 267–272 (in Ukrainian).

Chernykh, A. G. 1965. Anatomicheskiye osobennosti drevesiny otdelnykh ekzemplyarov sosny, sokhranivshikhsya v ochagakh kornevoy gubki [Anatomical features of wood of individual pine specimens preserved in the centers of the annosum root rot]. Lesovodstvo i agrolesomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 7: 121–125 (in Russian).

Dyshko, V. A. and Torosova, L. O. 2016. Osoblyvosti rostovykh protsesiv sosny zvychaynoyi u nasadzheni, urazhenomu korenevoyu hubkoyu [Features of growth processes of Scots pine in plantation affected by annosum root rot]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 128: 134–142 (in Ukrainian).

Dyshko, V. A., Ustskyy, I. M., Mykhaylichenko O. A. 2015. Morfolohichni ta biokhimichni vidminnosti derev z riznoyu stiykistyu do korenevoyi hubky [Morphological and biochemical differences of trees with different resistance to annosum root root]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 126: 218–224 (in Ukrainian).

Hordiyenko, M. I., Huz, M. M., Debrinyuk, Yu. M., Maurer, V. M. 2005. Lisovi kultury [Forestry Crops]. Lviv, Kamula, 608 p. (in Ukrainian).

Hrom, M. M. 2007. Lisova taksatsiya [Forest inventory]. Lviv, RVV NLTU, 416 p. (in Ukrainian).

Khokhrin, A V. 1970. Metodika otbora pravykh i levykh form sosny obyknovennoy i drugikh porod [The methods of selection of right and left forms of Scots pine and other species]. In: Lesa Urala i khozyaystvo v nikh: Sb. nauch. tr. Sverdlovsk, Vyp. 5. P. 110–114 (in Russian).

Ladeyshchikova, E. H., Pasternak, G. M., Ustskiy, I. M., ladnykh, L. F. 1978. Sposob otbora ustoychivykh k kornevoy gubkoy derevyev sosny obyknovennoy v ochagakh massovogo usykhaniya [The method of selection of Scots pine trees resistant to the annosum root rot in the foci of mass dieback]. Express-informatsiya. Lesovedeniye i lesovodstvo [Short Information. Forest Science and Forestry], 32: 26–28 (in Russian).

Ladeyshchikova, E. I. 1980. Ustoychivost sosny protiv kornevoy gubki (itogi kompleksnykh issledovaniy i perspektivy) [Resistance of pine against annosum root rot (results of complex researches and perspectives)]. Lesovodstvo i agrolesomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 60: 41–46 (in Russian).

Maksimov, V. M. 2004. Sozdaniye ustoychivykh k kornevoy gubkoy nasazhdeniy sosny obyknovennoy s uchetom sostava efirno masla khvoi [Creation of resistant pine plantations to the annosum root rot, taking into account the composition of pine essential oil]. Izv. vuzov: Lesnoy zhurnal [Forest Journal], 5: 137–149 (in Russian).

Mamayev, S. A. 1972. Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnykh rasteniy (na primere semeystva *Pinaceae* na Urale) [Forms of intraspecies variability of tree plants (the case of the *Pinaceae* family in the Urals)]. Mocow, Nauka, 283 p. (in Russian).

Marčiulynas, A., Sirgedaitė-Šėžienė, V., Žemaitis, P., Baliuckas, V. 2019. The resistance of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) half-sib families to *Heterobasidion annosum*. Forests, 10(3): 287.

Negrutskiy, S. F. 1986. Kornevaya gubka [Annosum root rot]. Moscow, Agropromizdat, 196 p. (in Russian).

Novikova, T. N. 2007. Analiz potomstva tsvetosemennykh form sosny obyknovennoy [Analysis of the progeny of flower-seeded forms of the Scots pine]. Lesovedeniye [Forestry], 1: 36–41 (in Russian).

Pastukhova, N. O., Lebedeva, O. P., Lysikov, M. A., Novikov, Ye. A. 2015. Svyaz smoloproduktivnosti sosny obyknovennoy s morfologicheskimi i selektsionnymi priznakami drevostoya [Connection of the resin productivity of Scots pine with the morphological and selection features of the stand]. In: Aktualnye problemy gumanitarnykh i

yestestvennykh nauk [Actual problems of the social and natural sciences]. Moscow, «Institut strategicheskikh issledovaniy»: 1–1, p. 100–101 (in Russian).

Poplavskaya, L. F. and Rebko, S. V. 2013. Selektsionnaya kharakteristika derevyev sosny obyknovennoy razlichnoy ustoychivosti k kornevoy gubke [Breeding characteristics of Scpts pine trees with different resistance to annosum root rot]. In: Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy okhrany i zashchity lesov v sisteme ustoychivogo razvitiya Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Current state and prospects of forest conservation and protection in the system of sustainable development. Proceedings of International Scientific and Practice Conf.].Gomel, p. 310–314 (in Russian).

Pravdin, L. F. 1964. Sosna obyknovennaya [Scots pine]. Moscow, Nauka, 191 p. (in Russian).

Sanitarni pravyla v lisakh Ukrayiny [Sanitary Forests Regulations in Ukraine]. 2016. [Electronic resource]. V redaktsiyi postanovy Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 26 zhovtnya 2016. № 756. Available from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-п (last accessed date 10.06.2019) (in Ukrainian).

Shigo, A. L. 1984. Compartmentalization: A conceptual framework for understanding how trees grow and defend themselves. Annual Review of Phytopathology, 22(1): 189–214.

Sposib henetychnoho vidboru za izofermentnymy lokusamy v pryrodnykh populyatsiyakh ta shtuchnykh nasadzhennyakh sosny zvychaynoyi roslyn z pidvyshchenoyu stiykistyu do korenevoyi hubky [The method of genetic selection of plants with increased resistance to root rot by isoenzyme loci in natural populations and planted stands of Scots pine]. 2012. Avtorske svidotstvo UA 69048 U MPK (2012.01) A01H 1/00A01G 23/00 [Authorship Certificate UA 69048 U MPK (2012.01) A01H 1/00A01G 23/00]. Korshykov, I. I., Demkovych, A. Ye. (UA); u 2011 09269; zayavl. 25.07.2011; opubl. 25.04.2012, Byul. [Bulletin of Inventions], No 8: 6 p. (in Ukrainian).

Sposob otbora ustoychyvykh k kornevoy hubke dereiev sosny obyknovennoy v ochahakh massovoho ee usykhanyya [The method of selection of Scots pine trees resistant to root rot in the foci of its mass decline]. 1984. Avtorske svidotstvo 1076033 SSSR [Authorship Certificate 1076033 SSSR]. Ladeyshchikova, E. Y., Pobehaylo, A. Y., Ustskiy, I. M. et al. Bulleten izobreteniy i otkrytiy [Bulletin of Inventions], 1984, No 8: 2 p. (in Russian).

Tarakanov, V. V., Tkachev, A. B., Kalchenko, L. I. et al. 2012. Izmenchivost sostava terpentinnykh masel khvoi i ustoychivost klonovykh plantatsiy i geograficheskikh kultur sosny v Zapadnoy Sibiri. [The variability of the composition of turpentine oils of needles and the resilience of pine clonal seed orchards and provenance trial in Western Siberia]. In: Materialy VIII Mezhdunar. nauch. konf. "Ekonomicheskoye razvitiye Sibiri i Dalnego Vostoka" Interekspo.GEO-Sibir'-2012 [Economic Development of Siberia and the Far East]. Novosibirsk, 4: 114–121 (in Russian).

Ustskiy, I. M. 1988. Osobennosti formirovaniya ochagov kornevoy gubki i vliyaniye lesokhozyaystvennykh meropriyatiy na ustoychivost nasazhdeniy sosny [Specific features of the formation of root rot foci and the influence of forest management activities on the resistance of pine stands]. Dis. na soiskaniye uchenoy stepeni kand. s-kh. nauk [PhD dissertation]. Kharkiv, 348 p. (in Russian).

Ustskiy, I.M. 2017. Osoblyvosti budovy korenevykh system sosny v oseredkakh korenevoyi hubky *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. [Features of root system structure in the root rot foci caused by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.]. Lisivnytstvo ta ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 131: 187–193 (in Ukrainian).

Dyshko V. A., Ustsky I. M., Mikhaylichenko A. A.

FEATURES OF MORPHOLOGICAL AND BIOMETRIC CHARACTERISTICS OF REPRODUCTIVE ORGANS OF SCOTS PINE TREES WITH DIFFERENT RESISTANCE IN STANDS AFFECTED BY *HETEROBASIDION ANNOSUM*

Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky

The results of the study of morphological and biometric characteristics of Scots pine trees with a various health condition in the 5th and 6th age class stands affected by annosum root rot are presented. Trees with no signs of weakening ('resistant') and with signs of the disease ('affected') were selected in dieback foci, as well as the health trees with no signs of the disease in the area between the foci as control. The qualitative and quantitative characteristics of cones, seeds, and wings (color, size, shape, and weight) were evaluated. Pine trees with higher resistance have a larger size of reproductive organs than those with signs of disease or in control. It is the result of a tree's adaptation to open space of the gap against the background of pathological processes developing and is weakly related to the tree's genetic peculiarities. In the foci, a significantly larger variability in diameter (C_v = 21.2…27.4 %) comparing to that in 'affected' trees (C_v = 8.9…12.1%) is characteristic of trees with increased resistance.

Key words: Scots pine, *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref, dieback focus, 'resistant' trees, 'affected' trees, 'healthy' trees, cones, seeds.

Дышко В. А., Усцкий И. М., Михайличенко А. А.

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И БИОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕПРОДУКТИВНЫХ ОРГАНОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ РАЗЛИЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ В НАСАЖДЕНИЯХ, ПОРАЖЕННЫХ КОРНЕВОЙ ГУБКОЙ

Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого

Представлены результаты исследования морфологических и биометрических характеристик деревьев сосны обыкновенной с различным санитарным состоянием в пораженных корневой губкой насаждениях V и VI классов возраста. В очагах усыхания отобраны деревья без признаков ослабления («устойчивые») и с признаками болезни («больные»), а в межочаговом пространстве – средние по таксационными показателям деревья I категории санитарного состояния – контроль. Оценивали качественные и количественные характеристики шишек, семян, крылаток (окраска, размеры, форма и масса). Размеры генеративных органов сосны с повышенной резистентностью оказались большими, чем деревьев с признаками болезни и контрольных, что является следствием адаптации дерева к открытому пространству прогалины на фоне развития патологических процессов и с генетическими особенностями сосны связано слабо. Деревья с повышенной резистентностью в очагах усыхания характеризуются существенно большей вариабельностью показателей диаметра (*Cv* = 21,2…27,4 %), чем «больные» (*Cv* = 8,9…12,1 %).

К л ю ч е в ы е с л о в а : сосна обыкновенная, корневая губка *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref, очаг усыхания, «устойчивые» деревья, «больные» деревья, «здоровые» деревья, шишки, семена.

E-mail: valya_dishko@ukr.net

Одержано редколегією 19.06.2019

УДК 630.165.6

https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.68

Л. І. ТЕРЕЩЕНКО[1], С. А. ЛОСЬ[1], М. І. ПЕТРЕНКО[2], В. П. САМОДАЙ[3]

ПРОДУКТИВНІСТЬ І СТАН НАСАДЖЕНЬ СОСНИ ЧОРНОЇ АВСТРІЙСЬКОЇ (*PINUS NIGRA VAR. AUSTRIACA* ASCH. ET GR.) У ЦЕНТРАЛЬНІЙ ТА ПІВНІЧНО-СХІДНІЙ ЧАСТИНАХ УКРАЇНИ

[1]Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького
[2]ДП «Олександрівське лісове господарство» Кіровоградської області
[3]Краснотростянецьке відділення УкрНДІЛГА

Наведені результати обстеження насаджень сосни чорної австрійської в Кіровоградській, Харківській і Сумській областях у 2017 та 2018 рр. В умовах Лісостепу та Степу досліджено 4 деревостани віком 27–117 років, лісові культури 27-річного віку є потомством найстарішого з обстежених деревостанів. Оцінювання насаджень проведено за ростом, якістю стовбурів, станом, а також показниками репродукції. Для комплексного оцінювання деревостанів використано 3-балову шкалу. В усіх обстежених насадженнях сосна чорна поступається сосні звичайній за висотою, але у 2 із 5 випадків перевищує її за діаметром; характеризується стовбурами більшої якості та кращім станом. За результатами комплексного оцінювання сосна чорна австрійська набрала більшу або таку саму кількість балів, як і сосна звичайна. Підтверджено перспективність застосування сосни чорної для створення лісових і захисних насаджень на еродованих ґрунтах. У разі помірного рекреаційного навантаження вона спроможна виконувати меліоративні функції, а завдяки своїй високій декоративності придатна для садово-паркового будівництва.

Ключові слова: *Pinus nigra var. austriaca*, стиглі насадження, насіннєве потомство, збережуваність, селекційна категорія, комплексне оцінювання.

Вступ. У зв’язку із ксерофітізацією клімату на більшу увагу заслуговують види-інтродуценти, які здатні утворювати посухостійкі та водночас високодекоративні насадження. Одним із таких видів є сосна чорна (*Pinus nigra* J. F. Arnold).

Сосна чорна природно розповсюджена в горах Середньої Європи від південної Австрії до західної частини Балканського півострова, де утворює насадження на висоті від 250 до 1800 м н. р. м., переважно в місцях зі сніжною зимою й не надто вологим літом (Kriusman 1986). Унаслідок екологічної пластичності сосна чорна – один із найпоширеніших видів у всьому світі (Matziris 1989, Cenni et al. 1998, Isayev et al. 2004), який деякі дослідники вважають потенційним замінником корінних хвойних порід у Центральній Європі в кліматичному сценарії майбутнього (Thiel et al. 2012). Завдяки прямим стовбурам, щільним кронам, довгій хвої та великим шишкам дерева сосни чорної вирізняються високою декоративністю впродовж усього року, здатні давати густу тінь, притулок і їжу птахам і тваринам та можуть стати функціональним елементом штучних ландшафтів. У мішаних культурах, завдяки контрасту із сосною звичайною, сосна чорна суттєво підвищує декоративність територій, вона є вітростійкою. Завдяки стійкості до забруднення повітря та ґрунту цей вид є доволі поширеним у парках та міських і промислових районах різних країн світу (Orlovska & Marchuk 2008, Farjon & Filer 2013).

Історія інтродукції сосни чорної в Україну налічує близько 200 років. Найстаріші насадження створено на території Західної України в часи Австро-Угорської імперії на приватних землях із насіння, привезеного, найімовірніше, з Австрії. Культури створювали переважно на багатих вапняками ґрунтах Опілля та Поділля, а також у Карпатах (Reva 1965). На теренах західного регіону України сосна чорна досягла рівня натуралізації (Skrobach 2006, Soroka & Yuskevych 2012). Вона представлена в лісовому фонді Тернопільської області, де характеризується нормальним ростом і рясно плодоносить (Skrobach 2006), і на Нижньодніпровських пісках (Nazarenko & Kokhany 2008). На території Центральної та Східної України у XIX столітті для виконання лісомеліоративних і лісокультурних робіт насіння закупали у західноєвропейських фірм – виробників насіння. Зокрема, Ф. К. Арнольд у 1880 р. рекомендував фірму Келлера з Дармштадта, яка мала в Петербурзі свого агента (Arnold 1880). Культури сосни чорної австрійської (*Pinus nigra* var. *austriaca* Asch. et Gr.) із такого насіння до цього часу збереглися в Кіровоградській та

Сумській областях. Відомий час створення соснових насаджень – 1902 р. («Веселі Боковеньки») та 1903–1904 рр. (Тростянець).

На думку В. І. Добровольського (Dobrovolskiy 1956), поява в лісових насадженнях європейської частини колишнього СРСР сосни чорної австрійської може бути пов'язана з її більшою зимо- та посухостійкістю у порівнянні із сосною чорною кримською (*Pinus pallasiana* Lamb.). Вона росте повільніше від сосни звичайної на вапнякових ґрунтах і на змитих ґрунтах схилів, але відрізняється кращою якістю стовбурів і стійкістю. Свого часу В. В. Гурський, працюючи на Краснотростянецькій дослідній станції та вивчаючи сосну чорну, написав: «Сосна чорна австрійська у Тростянецькому лісгоспі росте переважно на сухих еродованих схилах, де утворює потужну кореневу систему, рясну підстилку, добре захищає ґрунт від розмивання. Сосна чорна австрійська резистентна до шкідників та хвороб і більш перспективна у місцях, де сосна звичайна уражується кореневою губкою» (Hurskiy 1971). Інтродуцент мало пошкоджують хвороби та комахи, він є стійким до сніголамів і вітровалів, а також вивалювання, оскільки формує потужну кореневу систему, завдяки якій та щільній підстилці змив і розмив ґрунтів на схилах є мінімальними (Dobrovolskiy 1956, Skrobach 2006, Makarynska & Shlapak 2010). Сосна чорна австрійська краще за сосну звичайну росте в улоговинах видування на піщаних аренах (Kokhanyy & Khishchina 2011).

В. І. Добровольський рекомендував обмежене використання сосни чорної: на найбагатших різновидах піщаних ґрунтів і супісках, перехідних до суглинків, маргінальних пристепових борових масивів, які займають дубняки низьких бонітетів (сухі, частково свіжі судіброви); з невеликою домішкою листяних дерев і тіньовитривалих кущів (Dobrovolskiy 1956). Для лісорозведення він рекомендував використовувати акліматизоване насіння – заготовлене в штучних насадженнях країни. За даними Т. В. Орловської та О. О. Марчук вид є перспективним для умов Степу (Orlovska & Marchuk 2008). В. О. Ільїн (Ilyin 1985) зазначав, що сосна чорна становить значний інтерес для міжвидової гібридизації як донор ознаки високої смолопродуктивності. Сьогодні в Україні вид у невеликій кількості використовують для залісення схилів, звалищ будівельного сміття і в паркових композиціях (Makarynska & Shlapak 2010). Подальше його впровадження потребує узагальнення інформації щодо росту та адаптації виду в різних кліматичних і лісорослинних умовах.

Нині, коли гостро постає питання збільшення лісистості території України шляхом реконструкції існуючих протиерозійних насаджень і залісення еродованих земель, а внаслідок глобальної зміни клімату відбувається погіршення стану насаджень місцевих порід, дослідження існуючих деревостанів сосни чорної в умовах Лісостепу та Степу України має велике значення.

Метою роботи було охарактеризувати п'ять різновікових насаджень сосни чорної австрійської першого та другого поколінь у Кіровоградській, Харківській і Сумській областях і провести їхнє комплексне оцінювання за показниками продуктивності, якості стовбурів і стану.

Матеріали й методи. Впродовж 2017–2018 рр. було обстежено 5 деревостанів із участю сосни чорної австрійської: 3 – у Кіровоградській області, 1 – у Харківській і 1 – в Сумській області.

В умовах Правобережного Лісостепу два насадження сосни чорної австрійської обстежено в ДП «Олександрівське ЛГ» Кіровоградської області. Перше з них, площею 5,4 га, це – лісові культури 1901 року створення. Деревостан має охоронний статус – ботанічна пам'ятка природи «Георгіївський гай». Ділянка сосни чорної межує з ділянкою сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) того самого віку. Даних щодо історії створення цих насаджень обмаль, є лише відомості, що в Червоно-Нерубаєвському лісництві цього ж лісгоспу на початку XX століття діяв великий лісорозсадник, де вирощували сіянці для залісення ярів і сипких пісків (Dobrovolskyi 1956). Пробні площі закладено у 2011 і 2018 рр., коли вік сосни становив 110 і 117 років відповідно.

У 2018 р. проведено також дослідження лісових культур 27-річного віку. Садивний матеріал вирощено з насіння, заготовленого в насадженні сосни чорної 1901 року створення. Культури створено дворічними сіянцями в 1992 р. на площі 1,5 га. Підготовка ділянки під культури полягала в терасуванні еродованого схилу чотирьохкорпусним плугом на базі гусеничного трактора ДТ-75. Спосіб садіння – механізований. Крім сосни чорної було висаджено ряди дуба звичайного (*Quercus robur* L.), клена гостролистого (*Acer platanoides* L.) та сливи розлогої (*Prunus divaricata* Ledeb.). Усі види висаджено чистими рядами, проте в рядах сосни чорної як домішка трапляється сосна звичайна. У 1997 р. культури переведено в покриту лісовою рослинністю площу. Рубку догляду (прочищення) проведено у 2007 р.

У Кіровоградській області у 2017 р. насадження сосни чорної австрійської також досліджено на території арборетума ДС ДЛЦ «Веселі Боковеньки» у жорстких умовах сухого груду степової природної зони. У 1938–1940 рр. сіянці було висаджено у вигляді алеї на межі арборетума й дороги до центральної садиби дендропарку (нині – дослідно-селекційного дендрологічного лісового центру).

У Лівобережному Лісостепу у 2017 р. два насадження з участю сосни чорної було обстежено в ДП «Тростянецьке лісове господарство» Сумської області та в дендрологічному парку ДП «Харківська ЛНДС». Перший об'єкт створено в 1904 р. 2-річними сіянцями на еродованому крутому схилі південної експозиції (до 20°) у Нескучанському лісництві на території парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва «Тростянецький». Другий – алейне насадження, створене в 1956 р. на території дендропарку ДП «Харківська ЛНДС» Харківської області. Тип лісорослинних умов обох ділянок – D_2, тип лісу – свіжа кленово-липова діброва, вік обстежених деревостанів –114 та 63 роки відповідно.

Насадження оцінювали за середньою висотою та діаметром, об'ємом середнього дерева, селекційною структурою, категоріями стану, наявністю репродукції. Таксаційні показники визначали за загальноприйнятими методиками, селекційну категорію й категорію стану – відповідно до класифікації, розробленої лабораторією селекції УкрНДІЛГА (Volosyanchuk et al. 2003). Характеристика ТЛУ – за таксаційними описами лісництв. Рівень мінливості ростових показників – за шкалою С. О. Мамаєва (Mamayev 1972). Порівняння ростових показників сосни чорної і сосни звичайної проведено за критерієм Стьюдента. Також показники росту сосен чорної австрійської та звичайної порівнювали з даними таблиць ходу росту повних деревостанів сосни звичайної, а в культурах із участю дуба звичайного показники останнього порівнювали з даними таблиць ходу росту повних штучних дубових деревостанів (Shvydenko et al. 1987). Комплексне оцінювання видів проведено за ростовими показниками, якістю стовбурів і станом; для показників нами запропоновано 3-балову шкалу – від 1 до 3 балів (табл. 1). Максимальна сума балів – 12.

Таблиця 1

Шкала балового оцінювання показників досліджуваних видів

Показники	1 бал	2 бала	3 бала
Середня висота	поступається на > 10 %	±10 %	перевищення на > 10 %
Середній діаметр	поступається на > 30 %	±10 %	перевищення на > 30 %
Частка прямостовбурних дерев, %	1–19	20–39	≥ 40
Частка дерев I і II категорій стану, %	1–29	30–59	≥ 60

Перспективність виду визначали за 3 групами: 1 група – вид є малоперспективним (непридатним) для створення лісових культур (3–6 балів); 2 група – вид є порівняно (умовно) придатним для створення лісових культур, придатним для створення захисних насаджень і озеленення (7–9 балів); 3 група – вид є придатним для створення лісових культур, захисних насаджень і озеленення – 10–12 балів.

Результати та обговорення. В ДП «Олександрівське ЛГ», в умовах свіжого дубового субору (B_2ДС), сосни чорна та звичайна ростуть за II класом бонітету. Насадження активно відвідує місцеве населення, тому підріст сосни звичайної є нечисленним, а самосіву сосни чорної немає (рис. 1). Із листяних видів у лісовому масиві представлені дуб звичайний (*Quercus robur* L.), робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), черемхи звичайна та пізня (*Prunus padus* L., *P. serotina* Ehrh.), глід одноматочковий (*Crataegus monogyna* Jacq.), горобина звичайна (*Sorbus aucuparia* L.), груша лісова (*Pyrus communis* L.), верба козяча (*Salix caprea* L.), які ростуть переважно вздовж дороги та на узліссях. У підліску зрідка трапляються бузина чорна й червона (*Sambucus nigra* L., *S. racemosa* L.), малина звичайна (*Rubus idaeus* L.), зіновать дніпровська (*Cytisus borysthenicus* (Grun.) Kldskovd.), крушина ламка (*Frangula alnus* Mill.).



Рис. 1 – Загальний вигляд насаджень сосни чорної (ліворуч) та звичайної (праворуч)

Результати дослідження стиглих насаджень сосни в умовах B_2 південної частини Правобережного Лісостепу наведено в табл. 2. Висота дерев сосни чорної австрійської в 110 років становила від 21 до 26 м, діаметр – від 23 до 53 см. Для дерев сосни звичайної ці показники становили від 21,5 до 26,5 м та від 25,5 до 55,7 см відповідно. Згідно зі шкалою С. О. Мамаєва рівень варіювання за висотою для обох видів є низьким, а за діаметром – середнім. Зменшення варіювання за діаметром у сосни звичайної з 18,9 % у 110 років до 13,3 % у 117 років обумовлене проведеною рубкою догляду, коли були вибрані більшість дерев меншого діаметра. Упродовж зазначеного періоду частину насадження сосни звичайної було зрубано та відновлено лісовими культурами, на решті площі проведено вибіркову санітарну рубку з видаленням сухостійних і буреломних дерев.

Повнота деревостану сосни чорної австрійської та його запас за 8 років дещо зменшилися, хоча об’єм стовбура середнього дерева залишився незмінним (табл. 2). За цей період частина деревостану постраждала від пожежі, через що деякі дерева більшого

діаметра загинули. Повнота насадження сосни звичайної також зменшилася, середній приріст за висотою виявився більшим, ніж за діаметром.

Таблиця 2

Характеристика насаджень сосни чорної австрійської

Вид	Вік, років	Дерев, шт.·га$^{-1}$	Середні		Об'єм стовбура середнього дерева, м^3	Запас, м^3·га$^{-1}$	Повнота	Дерев I і II селекційних категорій, %	Індекс стану, бал
			діаметр, см	висота, м					
ДП «Олександрівське ЛГ», ТЛУ – B_2									
Сч	110	418	33,9	24,5	0,99	385	0,8	14,0	2,3
Сч	117	362	32,7	26,5	0,99	362	0,7	14,5	2,4
Сз	110	277	37,5	25,1	1,23	344	0,7	2,0	2,6
Сз	117	210	39,2	28,2	1,50	315	0,5	0,0	2,6
ДС ДЛЦ «Веселі Боковеньки», ТЛУ – D_1									
Сч	80	–	28,1	17,2	0,52	–	–	20,5	2,7
ДП «Тростянецьке ЛГ», 7Сч3Сз, ТЛУ – C_2									
Сч	114	250	41,5	23,1	1,40	350	0,6	34,0	2,4
Сз	114	135	35,5	24,6	1,07	144		8,0	2,8
ДП «Харківська ЛНДС», ТЛУ – D_2									
Сч	63	–	35,8	20,3	0,94	–	–	8,3	2,3
Сз	63	–	30,6	25,6	0,85	–	–	16,7	2,4

Примітка. Сч – сосна чорна, Сз – сосна звичайна.

Сосна чорна австрійська у віці 117 років сягала висоти 26,5 м та на 6,4 % поступалася сосні звичайній, за діаметром (32,7 см) – на 19,9 %, причому різниця за діаметром є суттєвою ($t_{факт.}$ = 4,83, $t_{теор.}$ = 1,98), а за висотою – несуттєвою ($t_{факт.}$ = 1,33, $t_{теор.}$ = 2,01 при P = 0,95).

Показники висоти сосни звичайної дещо відрізняються від табличних для сосни звичайної: у віці 110 років фактичні значення поступалися табличним на 7,7 %, а у 117 років перевищення становило 1,6 %, за діаметром воно збільшилося з 15 до 16 %. Зазначене можна пояснити невисокою повнотою деревостану.

Середня висота насадження сосни чорної австрійської поступається табличному значенню на 9,9 % у віці 110 років та на 7,7 % у віці 117 років, показник діаметра в 110 років перевищує табличний на 4,0 %, а в 117 років – поступається на 3,0 %.

Стан дерев сосни чорної австрійської поступово погіршується. Відсутність фактичного приросту за висотою, збільшення частки дерев із ознаками ураження грибами та ракових наростів є свідченням тому. Якщо в 110-річному віці дерев, які всихали (IV категорія стану), було 5 %, а частка дерев відмінного стану (I категорія) становила 11 %, то в 117 років дерев IV та V (сухі) категорій – 7 %, а I категорії – лише 4 %. Індекс стану насадження змінився з II,3 до II,4 бала. Якісна структура насадження залишилася доброю: більше ніж половина дерев мають рівні стовбури, кривих стовбурів – 5 %. Серед вад наявні слабка кривизна (20 %) та розвилки у кроні (9 %).

Стан насадження сосни звичайної за 8 років змін не зазнав (див. табл. 2) завдяки проведеному догляду. Насадження за селекційною структурою є мінусовим, дерев II селекційної категорії в 110-річному віці було лише 2 %, а у 117-річному такі дерева відсутні. Частка нормальних дерев становить лише 38 %, решта – мінусові.

Дослідження шишок сосни чорної врожаю 2011–2012 та 2016–2017 рр. свідчить про їхню високу виповненість – до 60 повнозерних насінин на шишку, в середньому – 38 насінин. Маса 1000 повнозерних насінин урожаю 2011–2012 рр. становила 19,5 г, а 2016–2017 рр. – 14,2 г. Перевірка лабораторної схожості насіння свідчить про його високу якість (до 96 %). Попри це, самосіву сосни чорної австрійської в деревостані не виявлено. Серед можливих причин – недостатні кількість вологи та шар підстилки, високе рекреаційне навантаження. Наявність у цьому насадженні незначного самосіву сосни звичайної віком до

6–8 років свідчить про неможливість відтворення деревостану сосни чорної природним шляхом. Таке становище є характерним і для інших обстежених деревостанів.

У жорстких степових умовах ДС ДЛЦ «Веселі Боковеньки» Кіровоградської області, маючи алейне розміщення, сосна чорна австрійська росла за IV класом бонітету. Коефіцієнт варіювання за висотою був низьким (10,4 %), за діаметром – середнім (25,1 %). Середні висота та діаметр дерев у 80–82-річному віці становили 17,2 м та 28,1 см (див. табл. 2). Відносно табличних значень для сосни звичайної такого самого віку та бонітету сосна чорна австрійська росла на 3 % краще за висотою та на 57,9 % – за діаметром. Більшість дерев мали прямі стовбури. Частка дерев I та II селекційних категорій – 20,5 %, водночас частка мінусових дерев була значною – 36,4 %. Переважали дерева доброго та задовільного стану (73,3 %), всихаючих дерев – 17,8 %. Практично всі дерева мали шишки.

Сучасний склад насадження 114-річного віку в Нескучанському лісництві ДП «Тростянецьке ЛГ» Сумської області (Лівобережний Лісостеп), створеного на еродованому схилі в умовах C_2, відображає формула 7Сч 3Сз. Сосни обох видів росли за III класом бонітету. За результатами обстеження висота сосни чорної австрійської становила від 21,5 до 24,5 м, діаметр – від 29,3 до 57,3 см, а сосни звичайної – від 22,5 до 25,0 м та від 30,6 до 43,0 см відповідно (див. табл. 2). Рівень варіювання за висотою для сосни чорної – низький, сосни звичайної – дуже низький, а за діаметром – середній та низький. Сосна чорна поступалася сосні звичайній за середньою висотою на 6,4 %, але перевершувала її за діаметром на 16,9 %. За критерієм Стьюдента різниця визнана суттєвою: за висотою $t_{факт.}$ = 2,9, за діаметром $t_{факт.}$ = 2,5 ($t_{теор.}$= 2,04, P = 0,95). За показником об'єму стовбура середнього дерева сосна чорна була кращою від сосни звичайної, перевищення становило 30,8 %. Якщо порівняти з табличними даними ходу росту соснових деревостанів, висота сосни звичайної перевершувала табличний показник на 4 % і діаметр – на 33 %, тоді як сосна чорна австрійська мала на 2,3 % нижчий від табличного показник середньої висоти та вищій на 55,4 % – середнього діаметра.

За даними обстеження цього насадження в 100-річному віці, проведеного В. П. Самодаєм, середня висота сосни чорної становила 21,2 м, діаметр – 35,6 см, об'єм стовбура середнього дерева – 0,96 $м^3$. Таким чином, упродовж наступних 14 років середній приріст за висотою становив 1,9 м, за діаметром – 5,9 см. При цьому, хоча ростові показники збільшувалися, помічено загальне ослаблення деревостану внаслідок вікових змін і погодних аномалій (тривалих посух). Зокрема, через зниження повноти деревостану запас зменшився з 560 до 494 $м^3 \cdot га^{-1}$.

У 114-річному деревостані сосна чорна вирізнялася малозбіжистими стовбурами та мала в п'ять разів більше прямих стовбурів, ніж сосна звичайна. У сосни чорної відзначали викривлення переважно у верхній частині стовбура. Сосна звичайна як швидкоросла порода мала більші прирости за висотою та, за більшого збігу стовбура, сильніше потерпала від вітрів та аномальних явищ. Якщо в сосни чорної до I–II селекційної категорії віднесено кожне третє дерево (34 %), то в сосни звичайної частка таких дерев становила лише 8 %.

Загальний стан дерев сосни чорної австрійської був кращим, ніж сосни звичайної (див. табл. 2). Якщо частка дерев I та II категорій стану в неї дорівнювала 63,6 %, то в сосни звичайної – 53,8 %; частка всихаючих та сухих – 9,1 та 23,1 % відповідно.

Ознаки задовільного та доброго насіннєношення були наявні у 80 % дерев. Проте самосів сосни чорної на площі був відсутній, а сосни звичайної – траплявся поодиноко.

Порівнюючи показники сосни чорної австрійської (див. табл. 2) в умовах B_2 на Кіровоградщині у віці 117 років та в умовах C_2 на Сумщині у віці 114 років, слід зазначити, що в першому випадку за більшої висоти й меншого діаметра об'єм стовбура середнього дерева був меншим на 41 %. В обох насадженнях селекційна структура та загальний стан сосни чорної були кращими, ніж сосни звичайної.

У дендрарії ДП «Харківська ЛНДС» (Лівобережний Лісостеп) в умовах свіжої кленово-липової діброви сосна чорна росте за I класом бонітету, а сосна звичайна – за I^a. У 33 %

дерев сосни чорної зрізано верхівку у віці до 30 років, тоді як таких дерев у сосни звичайної було 8 %. За висотою рівень варіювання був низьким, за діаметром – підвищеним. Середня висота сосни звичайної була на 26,1 % більшою, а середній діаметр – на 16,4 % меншим, ніж сосни чорної (див. табл. 2). За висотою різниця є суттєвою ($t_{факт.}$ = 5,5, $t_{теор.}$ = 2,04, P = 0,95), за діаметром – несуттєвою ($t_{факт.}$ = 1,8). За об'ємом стовбура середнього дерева сосна чорна переважала на 10 %. Відносно табличних значень сосна чорна австрійська росла на 13,7% гірше за висотою та на 44,6 % краще за діаметром, тоді як для сосни звичайної відповідні значення – 1,7 % (відставання) та 8,8 % (перевищення).

Рівностовбурних дерев сосни звичайної виявлено 25 %, тоді як у сосни чорної – 16,7 %. Водночас стовбурів із кривизною в останньої було вдвічі менше (25 %). Основною вадою сосни чорної була наявність вилок (20 % дерев). Стан дерев обох видів – добрий, хоча індекс стану сосни чорної виявився дещо кращим (див. табл. 2).

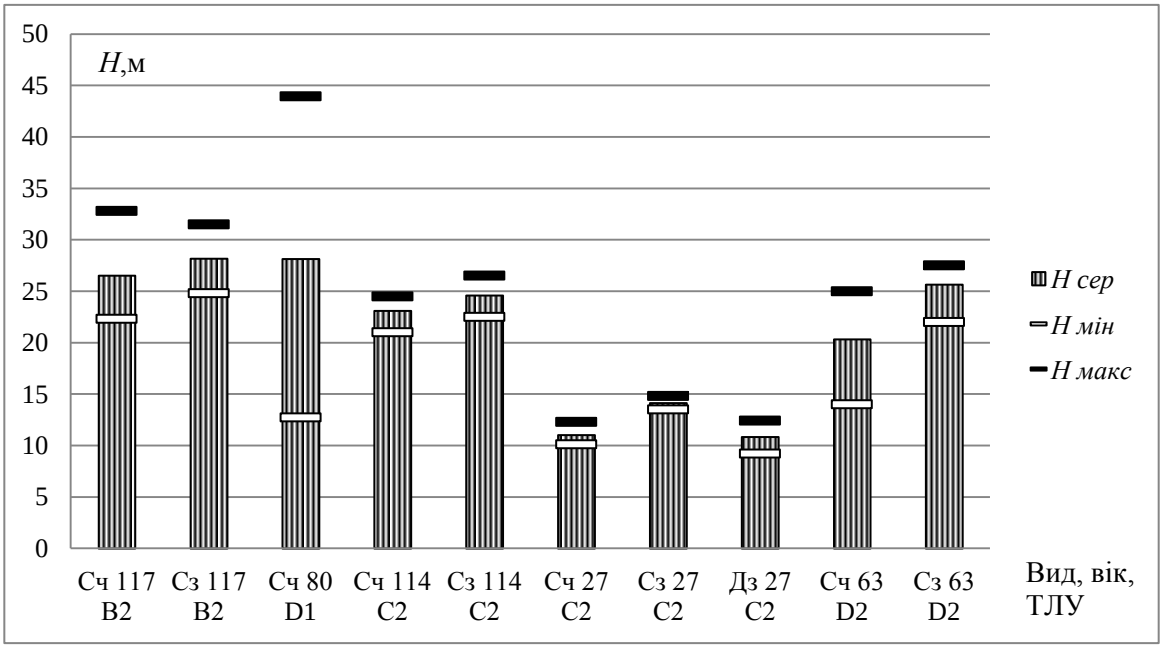
На Кіровоградщині, в ДП «Олександрівське ЛГ» вже понад 30 років практикують створення насаджень сосни чорної австрійської на еродованих землях, переважно в умовах сухої кленової діброви. На початковому етапі створення таких культур шишки заготовляли в найстарішому насадженні за допомогою автопідйомника. Починаючи з 1987 р. в Олександрівському лісництві створено 10 ділянок культур цього виду загальною площею понад 25 га. Одну з ділянок, де було висаджено потомство обстеженого деревостану (117 років), досліджено нами у 2018 р. Тип лісу – свіжий липово-дубовий сугруд.

Результати обстеження лісових культур 27-річного віку показали, що рівень варіювання видів за висотою є дуже низьким (4,0–7,5 %), а за діаметром – підвищеним (сосни звичайна та чорна – 30 %), високим (клен гостролистий – 33 %) та дуже високим (дуб звичайний – 42 %) (рис. 2). Сосна звичайна росла найкраще за інші види, а клен гостролистий – найповільніше; сосна чорна та дуб звичайний посідали проміжне положення.

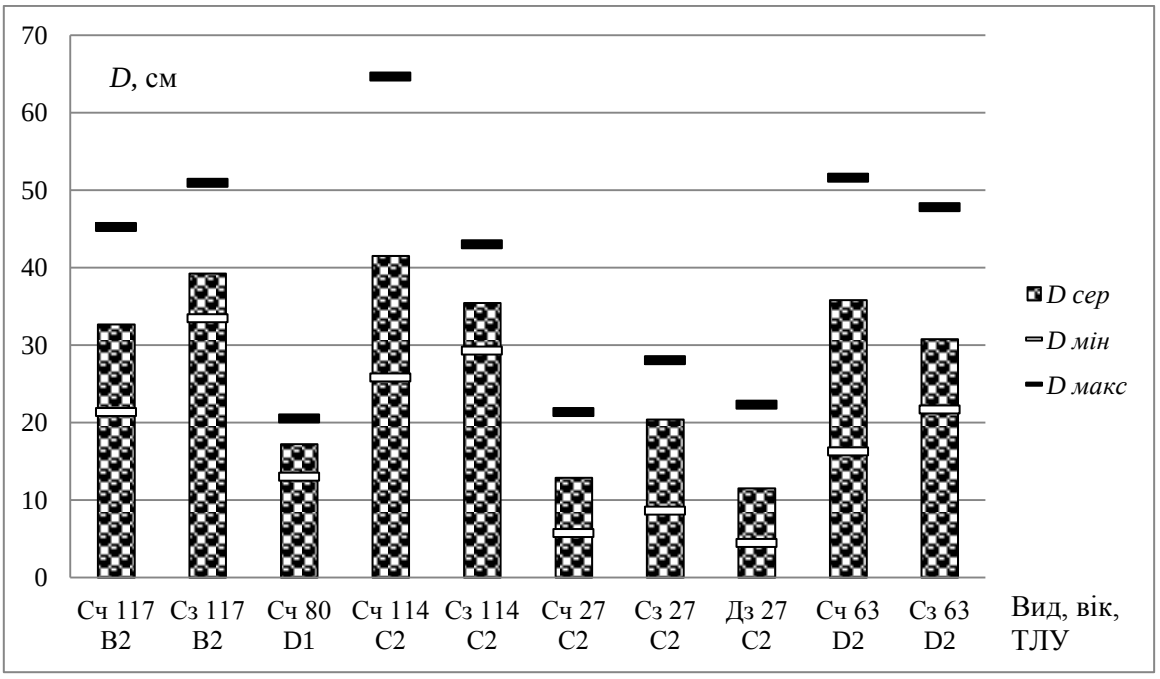
На час обстеження збережуваність сосни чорної австрійської становила 33 %, дуба звичайного – 35 %, тоді як до рубки догляду збережуваність цих видів становила близько 60 та 45 % відповідно. Якщо дуба було вибрано 10 %, то сосни – майже половина. Обстеження показало. що 4 % дерев дуба та 8 % дерев сосни виявилися пригніченими.

Ріст сосни звичайної в умовах C_2 відповідав $1^в$ класу бонітету, решти видів – I класу. Якщо порівняти з табличними даними, сосна звичайна росла краще на 9,4 % за висотою та на 56,6 % – за діаметром, а сосна чорна австрійська поступалася на 14,7 % за висотою та на 1,0 % – за діаметром. Показник висоти дуба звичайного був меншим від табличного значення (різниця – 3,3 %), діаметра – вищим (різниця 7,1 %). Загалом сосна чорна австрійська росла суттєво гірше від сосни звичайної за висотою та діаметром (за висотою $t_{факт.}$ = 9,6, за діаметром $t_{факт.}$ = 5,5 при $t_{теор.}$= 1,96 та P = 0,95). Проте вона росла дещо краще за дуб звичайний, перевищення було неістотним і становило1,7 та 11,9 % відповідно.

Хвойні види потерпали від антропогенного втручання: для сосни звичайної частка кронованих дерев сягала 54 %, сосни чорної австрійської – 13 %. Попри це, найкращій індекс стану мали дерева сосни звичайної – II,0 бала (40 % мали відмінний стан, 27 % – добрий). У сосни чорної цей показник становив II,3 бала (11 % – відмінний стан, 55 % – добрий, 2 % – сухих дерев); частка дерев мали задовільний стан унаслідок пригнічення сусідніми деревами. Індекс стану клена гостролистого – III,2 бала (дерева лише задовільного та незадовільного стану). Лише для 8 % дерев дуба звичайного стан визнано добрим, для більшості (57 %) він був задовільним, 17 % дерев – сухі. Індекс стану дуба – III,4 бала. Слід зазначити, що листяні види пошкоджувала козуля, дуб у молодому віці потерпав від приморозків, третина дерев мали водяні пагони. Унаслідок цього селекційна цінність дерев цих видів є невисокою. Зокрема, дерева I селекційної категорії наявні лише в сосни чорної австрійської (2,4 %), загальна частка дерев I та II категорій – 26,1 %. Частка дерев сосни звичайної II селекційної категорії становила 18,2 %, а дуба звичайного – 13,8 %. У клена гостролистого лише 6,2 % дерев були нормальними, решта – мінусовими.



а



б

Рис. 2 – Порівняльна характеристика видів за амплітудою варіювання висот (*а*) і діаметрів (*б*) дерев

Особливу увагу звертали на прямизну стовбурів. Усі стовбури клена гостролистого мали пасинки чи вилки, кривизну, механічні пошкодження. У дуба звичайного прямостовбурних дерев – 17,4 %. Серед дерев сосни звичайної 27,3 % мали рівні стовбури, тоді як серед дерев сосни чорної австрійської таких дерев – майже половина (47 %).

Результати комплексного оцінювання сосни чорної австрійської в порівнянні з аборигенними видами надано в таблиці 3. За результатами комплексного оцінювання обстежених деревостанів сосна чорна набрала більшу кількість балів, ніж сосна звичайна (3/4 випадків), та таку саму кількість балів – у насадженні 27-річного віку.

Сосна чорна утворює високопродуктивні насадження – I клас бонітету (ТЛУ – C_2 та D_2), II (B_2), III (D_1). Проте, як відомо, за якісними характеристиками деревини вона поступається

сосні звичайній і не може бути рекомендована для масивного лісовирощування замість сосни звичайної.

Таблиця 3

Комплексне оцінювання видів у культурах

Назва виду	Показник, %				Балова оцінка				
	Перевищення табличних значень		Прямостовбурних дерев (3)	Дерев I і II категорій стану (4)	(1)	(2)	(3)	(4)	Сума балів
	Висота (1)	Діаметр (2)							
ДП «Олександрівське ЛГ», 117 років, ТЛУ – B_2									
Сосна звичайна	1,6	16,0	14,3	47,6	2	2	1	2	7
Сосна чорна	-9,9	-7,7	49,1	60,0	2	2	3	3	10
ДП «Олександрівське ЛГ», потомство, 27 років, ТЛУ – C_2									
Сосна звичайна	9,4	56,6	27,3	66,7	2	3	2	3	10
Дуб звичайний	-14,7	-1,0	17,4	8,6	1	2	1	1	5
Сосна чорна	-3,3	7,1	47,0	66,0	2	2	3	3	10
ДП «Тростянецьке ЛГ», 114 років, ТЛУ – C_2									
Сосна звичайна	4,0	33,0	7,7	53,8	2	3	1	2	8
Сосна чорна	-2,3	55,4	39,1	63,6	2	3	2	3	10
ДС ДЛЦ «Веселі Боковеньки», 80–82 років, ТЛУ – D_1									
Сосна чорна	3,0	57,9	45,5	42,2	2	3	3	2	10
ДП «Харківська ЛНДС», ТЛУ – D_2									
Сосна звичайна	-1,7	8,8	16,7	58,3	2	2	1	1	6
Сосна чорна	-13,7	44,6	8,3	62,5	1	3	1	2	7

Всі обстежені насадження активно відвідує місцеве населення, в деяких із них збирають хвойний опад. Сосна чорна визнана стійкішою до антропогенного навантаження, ніж сосна звичайна.

Висновки. У п’яти обстежених деревостанах сосна чорна поступається сосні звичайній за висотою, але в двох випадках перевершує її за діаметром, має якісніші стовбури та кращий стан. За результатами комплексного оцінювання сосна чорна австрійська набрала більшу або таку саму кількість балів, як сосна звичайна.

Сосна чорна австрійська визнана перспективною для створення лісових і захисних насаджень на еродованих ґрунтах центральної та північно-східної частині України, у разі помірного рекреаційного навантаженні здатна виконувати меліоративні функції, а завдяки високій декоративності дерев – є перспективною для садово-паркового будівництва.

Для подальшого впровадження виду необхідно розширювати лісонасінну базу, а саме відібрати плюсові дерева, створити клонову й родинну насінні плантації. На сучасному етапі – використовувати кращі насадження для заготівлі шишок.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Arnold, F. K. 1880. Khoziaystvo v russkikh lesakh [Management in Russian forests]. Populyarnyy ocherk lesovodstva. Saint Petersburg, A. F. Devryen Publishing House, Printing House of Imperatorskaya Akademiya Nauk, 290 p. (in Russian).

Cenni, E., Bussotti, F., Galeotti, L. 1998. The decline of a *Pinus nigra* Arn. reforestation stand on a limestone substrate: the role of nutritional factors examined by means of foliar diagnosis. Annals of Forest Science, 55: 567–576.

Dobrovolskiy, V. Y. 1956. Perspektivy razvedeniya v Evropeyskoy chasti SSSR sredizemnomorskikh chornykh sosen [Prospects for breeding of Mediterranean black pines in the European part of the USSR]. Nauchnye trudy UkrNYYLKhA [Scientific works of the UkrRIFFM], XVIII: 71–80 (in Ukrainian).

Farjon, A. and Filer, D. 2013. An Atlas of the world's conifers: an analysis of their distribution, biogeography, diversity and conservation status. Leiden–Boston, Brill Academic Pub, 512 p.

Hurskiy, V. V. 1971. Chornye sosny krymskaya i avstryyskaya i vvedenie ikh v lesnye i ahromeliorativnye kultury na Ukraine [Crimean and Austrian black pines and their introduction into forestry and land melioration crops in Ukraine]. Lesovodstvo i ahrolesomelyoratsiya [Forestry and Forest Melioration], 25 : 3–11 (in Russian).

Ilyin, V. A. 1985. Introduktsiya i mezhvidovaya hibridizatsiya sosen v levoberezhnoy chasti Lesostepi USSR [Introduction and interspecific hybridization of pines in the left-bank part of the Forest-Steppe of the Ukrainian SSR]. Diss. na soisk. uchen. stepeni kand. biol. nauk [PhD dissertation]. Kharkiv, 307 p. (in Russian).

Isayev, V., Fady, B., Semerci, H., Andonovski, V. 2004. Technical guidelines for genetic conservation and usefor European black pine (*Pinus nigra*). [Electronic resource]. EUFORGEN Available from: http://www.euforgen.org/publications (last accessed date 18.10.2019).

Kokhanyy, S. H. and Khishchina, T. O. 2011. Introduktsiya sosny chornoyi (*Pinus nigra* Arn.) na Nyzhnyodniprovskykh piskakh [Introduction of black pine (*Pinus nigra* Arn.) on the Low Dnieper sands]. In: Regeneration of disturbed natural ecosystems: Proceedings of scientific conference. Donetsk, NBG, p. 199–200 (in Ukrainian).

Kriusman, H. 1986. Khvoynye porody [Conifers]. Moscow, Lesnaya Promyshlennost, 255 p. (in Russian).

Makarynska, S. A. and Shlapak, V. P. 2010. Pryrodnyy areal sosny chornoyi (*Pinus nigra* Arn.) ta poshyrennya yiyi v umovakh introduktsiyi [The natural range of Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.) and its distribution in the conditions of introduction]. Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny. [Scientific Bulletin of UNFU], 20.12: 39–45 (in Ukrainian).

Mamayev, S. A. 1972. Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnykh rasteniy (na primere semeystva *Pinaceae* na Urale) [Forms of intraspecies variability of tree plants (the case of the *Pinaceae* family in the Urals)]. Mocow, Nauka, 283 p. (in Russian).

Matziris, D. I. 1989. Variation in growth and branching characters in black pine (*Pinus nigra* Arnold) of Peloponnesos. Silvae Genética, 38: 77–81.

Nazarenko, S. V. and Kokhany, S. H. 2008. Vydy sosny, prydatni dlya zalisnennya Nyzhnyodniprovskykh piskiv [Pine Species suitable for Low Dnieper sands afforestation]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 113: 194–196 (in Ukrainian).

Orlovska, T. V. and Marchuk, O. O. 2008. Dosvid vyroshchuvannya sosny chornoyi avstriyskoyi u Bayrachnomu Stepu Ukrayiny [Experience of Austrian pine growing in the Steppe of Ukraine]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 112: 281–285 (in Ukrainian).

Reva, M. L. 1965. Holonasinni dendroparku "Sofiivka" [Gymnospermae of Arboretum "Sofiyivka"] In: Aklimatyzatsiya i introduktsiya novykh roslyn [Acclimatization and introduction of new plants]. Kyiv, Naukova dumka, p. 88–89 (in Ukrainian).

Shvydenko, A. Z., Strochinsky, A. A., Savich, Yu. N., Kashpor, S. N. (Eds.). 1987. Normativno-spravochnyye materialy dlya taksatsii lesov Ukrainy i Moldavii [Regulatory reference materials for forest inventory in Ukraine and Moldova]. Kyiv, Urozhay, 559 p. (in Ukrainian).

Skrobach, T. B. 2006. Sosna chorna (*Pinus nigra* Arn.) v lisovykh nasadzhennyakh zakhidnoho rehionu Ukrayiny [Black pine (*Pinus nigra Arn.)* in forest stands of the western region of Ukraine]. Avtoref. diss. na soisk. uchen. stepeni kand. s.-kh. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Lviv, 18 p. (in Ukrainian).

Soroka, M. and Yuskevych, T. 2012 Naturalizatsiya sosny chornoy (*Pinus nigra* Arn.) na Podolskoy vozvyshenosty [Naturalization of Black pine (*Pinus nigra* Arn.) on the Podolsk upland]. In: Zarządzanie jchroną przyrody w lasach [Kannenberg, K., Szramki, H., Eds.]. Tuchola, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Zarządzania Środowiskiem, VI: 112–128 (in Russian).

Thiel, D., Nagyb, L., Beierkuhnleina, C., Huberc, G., Jentschb, A., Konnert, M., Kreylinga, J. 2012. Uniform drought and warming responses in *Pinus nigra* provenances despite specific overall performances. Forest Ecology and Management, 270: 200–208.

Volosyanchuk, R. T., Los, S. A., Torosova, L. O., Kuznyetsova, T. L., Tereshchenko, L. I., Neyko, I. S., Grygor'yeva, V. G. 2003. Metodychni pidkhody do otsinky obiektiv zberezhennia genofondu lystianykh derevnykh porid in situ ta yih suchasnyi stan v livoberezhnomu lisostepu Ukrainy. [The methodic approaches to evaluation of broadleaves species gene pool *in situ* and their actual state in the North-Easten Forest Steppe of Ukraine]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 104: 50–57 (in Ukrainian).

Tereshchenko L. I.[1], Los S. A.[1], Petrenko M. I.[2], Samoday V. P.[3]

PRODUCTIVITY AND CONDITION OF AUSTRIAN PINE (*PINUS NIGRA* VAR. *AUSTRIACA* ASCH. ET GR.) IN CENTRAL AND NORTH-EASTERN PARTS OF UKRAINE

[1]*Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky*

[2]*State Enterprise "Oleksandrivske Forest Economy", Kirovohrad Region*

[3]*Krasnotrostyanetske branch of Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky*

Results of the study of the Austrian pine stands in Kirovohrad, Kharkiv and Sumy Regions carried out in 2017 and 2018 are presented. In Ukrainian Forest-Steppe and Steppe, 4 stands of 27–117 years old were studied; 27-year-old

plantations are progeny of the oldest in the study stands. The stands were evaluated by their growth, quality of their trunks, their condition as well as by reproduction parameters. A 3-point scale was used in the comprehensive assessment of the stands. In all the studied plantations, Austrian pine falls behind Scots pine in height, but in 2 out of 5 cases it prevails in diameter. It is characterized by higher-quality trunks and better condition. According to the comprehensive assessment results, Austrian pine obtained more or the same points as Scots pine. It was confirmed that Austrian pine is perspective to be used for forests and protective stands on eroded soils. It is capable of performing reclamation functions under moderate recreational load. Moreover, due to its high decorative nature, it is suitable for landscaping.

Key words *Pinus nigra var. austriaca*, mature stands, seed progeny, viability, selection category, comprehensive assessment.

Терещенко Л. И.[1], Лось С. А.[1], Петренко Н. И.[2], Самодай В. П.[3]

ПРОДУКТИВНОСТЬ И СОСТОЯНИЕ НАСАЖДЕНИЙ СОСНЫ ЧЕРНОЙ АВСТРИЙСКОЙ (*PINUS NIGRA VAR. AUSTRIACA* ASCH. ET GR.) В ЦЕНТРАЛЬНОЙ И СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТЯХ УКРАИНЫ

[1]*Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого*

[2]*ГП «Александровское лесное хозяйство» Кировоградской области*

[3]*Краснотростянецкое отделение УкрНИИЛХА*

Представлены результаты исследования насаждений сосны черной австрийской в Кировоградской, Харковской и Сумской областях в 2017 и 2018 годах. В условиях Лесостепи и Степи исследованы 4 древостоя возрастом 27–117 лет, лесные культуры 27-летного возраста являются потомством самого старого из исследованных древостоев. Оценка деревостоев проведена по росту, качеству стволов, состоянию, а также показателям репродукции. Для комплексной оценки древостоев использована 3-бальная шкала. Во всех исследованных насаждениях сосна черная уступает сосне обыкновенной по высоте, но в 2 из 5 случаев превосходит ее по диаметру; характеризуется более высококачественными стволами и лучшим состоянием. По результатам комплексной оценки сосна черная австрийская набрала большее или такое же количество баллов, как и сосна обыкновенная. Подтверждена перспективность сосны черной для создания лесных и защитных насаждений на эродированных землях. При умеренной рекреационной нагрузке она способна выполнять мелиоративные функции, а благодаря высокой декоративности пригодна для садово-паркового строительства.

Ключові слова: *Pinus nigra var. austriaca*, спелые насаждения, семенное потомство, сохранность, селекционная категория, комплексная оценка.

E-mail: tel@uriffm.org.ua

Одержано редколегією 11.11.2019

УДК 630.232.12

https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.79

Г. А. ШЛОНЧАК, Г. В. ШЛОНЧАК, Т. А. БАЗАН

ЯКІСТЬ ПИЛКУ ТА НАСІННЯ ІНТРОДУКОВАНИХ ВИДІВ СОСНИ В УМОВАХ ДП «КИЇВСЬКА ЛНДС»

Державне підприємство «Київська лісова науково-дослідна станція»

Наведено результати дослідження якості пилку 18 видів сосни 37-річного віку на пінетумі Старопетрівського лісництва ДП «Київська ЛНДС». Із 29 посаджених видів роду *Pinus* дотепер зберіглося 20. Усі види сосни, представлені на пінетумі, «цвітуть». Природно-кліматичні умови регіону сприяють утворенню життєздатного пилку (65,9–99,8 %) з незначною кількістю аномальних пилкових зерен.

У процесі пророщування пилку виявлено відхилення від норми у вигляді двох пилкових трубок майже у всіх видів сосни. Життєздатність пилку інтродукованих видів сосни та інтенсивність росту пилкових трубок пов'язані між собою. Якість пилку не є причиною низького виходу виповненого насіння. Виявлено, що на пінетумі ДП «Київська ЛНДС» дерева-інтродуценти не утворюють достатньої кількості якісного насіння.

К л ю ч о в і с л о в а : колекція видів сосни, пилкові зерна, життєздатність пилку, пилкові трубки, насіння.

Вступ. Одним із шляхів задоволення потреби народного господарства в деревині є підвищення продуктивності лісових насаджень, над чим і працюють лісівники нашої держави. Використання інтродуцентів у лісових культурах дає змогу підвищити продуктивність деревостанів, а також покращити їхні ландшафтно-декоративні властивості та збагатити рослинний фонд країни.

Найстаріший і найпростіший спосіб впровадження інтродуцентів полягає в тому, що з насіння, завезеного з інших кліматичних зон, у нових умовах вирощують садивний матеріал і висаджують його на постійне місце. Інтродукцію вважають успішною, коли рослини виявляють біологічну стійкість, не пошкоджуються морозами та приморозками, є посухостійкими, здатними до відтворення насіннєвим способом (Gordienko et al. 2000). Успішність інтродукції рослин також залежить від наявності достатньої кількості доброякісного пилку для запилення мегастробілів і можливості його зберігання під час проведення гібридизаційних робіт (Makhmet & Shlonchak 1977). В умовах дендропарку «Асканія-Нова» 11 видів роду *Pinus* утворюють життєздатний пилок із низькою часткою аномалій у будові (Litvinenko 2013).

Мета дослідження – визначити якість пилку (життєздатність, наявність та частку аномальних пилкових зерен, довжину пилкових трубок) та насіння інтродукованих видів роду *Pinus* L. в умовах ДП «Київська ЛНДС».

Матеріали й методи. Дослідження проводили на пінетумі ДП «Київська ЛНДС» в умовах Центрального (Київського) Полісся (географічні координати: 50°41′ п. ш., 30°23′ с. д., висота н. р. м. 112 м). Ділянка має південно-західну експозицію, ТЛУ – A_1–A_2. Сіянці та щеплені саджанці із закритою кореневою системою висаджено окремими блоками, з розміщенням садивних місць 4 × 4 м. Кожен вид у пінетумі займає окремий блок. Початково (1977–1978 рр. створення) було висаджено 29 видів сосни, з яких дотепер зберіглося 20, із представництвом від одного дерева сосни жовтої (*P. ponderosa* Dougl.) до 30 дерев сосни чорної (*P. nigra* Arn.). Площа пінетума – 2,0 га. Насіння різних видів сосни отримано з ботанічних садів Києва, Ялти, Батумі та Липецька. Живці для щеплення заготовлено в ЦРБС ім. Гришка, ботанічному саду ім. Фоміна, на пінетумі УкрНДІЛГА. На жаль, більшість видів представлені генотипом одного дерева.

Фенологічні спостереження в пінетумі проводять регулярно, починаючи з 1979 р., коли було відзначено «цвітіння» деяких видів сосни. Наразі всі види сосни, представлені на пінетумі, «цвітуть».

Одна з умов успішної акліматизації інтродуцентів – відновлення виду насінним способом. Урожай насіння та його якість залежать насамперед від запилення та запліднення.

Із 18 видів сосни, які «цвіли», лише 8 утворили шишки, з них 4 види – сосна скручена (*P. contorta* Dougl.), сосна жорстка (*P. rigida* Mill.), сосна жовта (*P. ponderosa* Dougl.) та сосна

кедрова корейська (*P. koraiensis* Sieb. et Zucc.) – мали достатню кількість виповненого насіння в шишці, 4 види – сосна Тунберга (*P. thunbergii* Porl.), сосна чорна (*P. nigra* Arn.), сосна могильна (*P. funebris* Korm.), сосна жорстка – мали ґрунтову схожість насіння, вищу за 20 %. Виходячи з цього, вивчали пилок інтродукованих видів сосни для виявлення причин утворення незначної кількості виповненого насіння.

Пилок для досліджень заготовили з 18 видів сосни, за винятком сосни гімалайської (*P. wallichiana* A. B. Jacks) та сосни кримської (*P. pallasiana* D. Don), у яких генеративний ярус знаходиться на недосяжній висоті.

Мікростробіли заготовляли в міру їхнього дозрівання, досушували в лабораторних умовах, витрушували пилок, просіювали його через марлю та зберігали в пробірках, закритих ватою, в холодильнику.

Життєздатність пилку сосен визначали методом вологої камери Д. А. Транковського (пророщування на 1 %-му агар-агарі із 10 %-м розчином сахарози) (Pausheva 1974). Для цього підготовлені чашки Петрі (застелені фільтрувальним папером, із предметними скельцями, розміщеними на скляних паличках) прожарювали в муфельній шафі за температури 120°С протягом 5 годин. Розчин агар-агару із сахарозою готували на водяній бані безпосередньо перед застосуванням. Краплину розчину наносили на предметне скельце, сіяли на краплю пилок, швидко перевертали краплею вниз і клали його на скляні палички в чашці Петрі. Фільтрувальний папір змочували дистильованою водою, закривали чашку і ставили в термостат за температури 26–30°С. Пророщували у провислій краплі протягом 3 діб, регулярно зволожуючи папір у міру його підсихання. Після закінчення пророщування чашки Петрі з проростим пилком на 2–4 години вміщували в морозильну камеру, а потім зберігали в холодильнику за температури 4°С (Pohilchenko 2011).

Препарати пилку розглядали під мікроскопом із окуляр-мікрометром, зі збільшенням 16 × 8. У декількох полях зору обліковували приблизно 500 пилкових зерен, визначаючи кількість нормально розвинених і недорозвинених пилкових зерен; кількість пилкових зерен із 3–4 повітряними мішками; кількість пророслих пилкових зерен, зокрема – з аномальними пилковими трубками. Життєздатними вважали нормально розвинені пилкові зерна, які утворюють одну пилкову трубку, нежиттєздатними – нормально розвинені пилкові зерна, які не мали пилкових трубок та пилкові зерна з вадами розвитку.

Шишки та насіння, заготовлені на пінетумі, описано за методикою Л. Ф. Правдіна (Pravdin 1964).

Результати та обговорення. Масовий літ пилку у 2014 р. тривав у середньому 6 днів: від 4 днів у сосни звичайної (*P. sylvestris* L.), сосни гачкуватої (*P. uncinata* Mill. ex Mirb.), сосни гірської (*P. mugo* Turra) до 8 днів у сосни Муррея (*P. murrayana* Balf.), сосни Джеффрея (*P. jeffreyi* Grep.), сосни кедрової сибірської (*P. sibirica* Du Tour.). Масовий літ пилку в окремих видів сосни починався з різницею у два тижні: 16–18 травня у сосни Банкса (*P. banksiana* Lamb.), P. *uncinata, P. murrayana, P. sylvestris*; 30–31 травня у сосни румелійської (*P.peuce* Griseb.), *P. koraiensis*. У всіх видів фази власне «цвітіння» мегастробілів і виліт пилку з мікростробілів співпадають, що робить можливим перезапилення.

У разі використання поживного середовища (агар-агару із сахарозою) пилок проростає дуже рівномірно: довжина пилкових трубок сягає 100–175 мкм і лише у 5 видів сосен вона є меншою за 100 мкм, а у сосни Джеффрея – достовірно меншою від такої в сосни звичайної за *t*-критерієм Стьюдента (63,2 мкм). Варіабельність цієї ознаки є дуже незначною: 3,2–6,1 %, що свідчить про відносну стабільність інтенсивності росту пилкових трубок (табл. 1).

Життєздатність пилку більшості видів сосен є вищою за 90 %, за винятком *P. funebris* (65,9 %), *P. uncinata* (76,6 %), *P. jeffreyi* (82,7 %), *P. contorta* (82,9 %), *P.nigra* (88,3 %). Більшість пилкових зерен, які не проросли, були нормального розміру з двома пилковими мішками. Недорозвинені пилкові зерна в незначній кількості (0,2–3,8 %) траплялися майже у всіх видів, крім *P. rigida, P. mugo* та *P. koraiensis*. Пилкових зерен із трьома та чотирма

повітряними мішками виявлено дуже мало, і тільки у *P. uncinata* їхня частка становила 0,2 %. По 3 повітряних мішка виявлено в пилку видів *P. contorta* (0,2 %) та у *P. ponderosa* (1,2 %). Загальна кількість аномальних пилкових зерен є незначною (0–3,8 %) і суттєво не позначається на життєздатності пилку.

Таблиця 1

Якість пилку та довжина пилкових трубок різних видів сосни

№ пп	Видова назва сосни	Довжина пилкових трубок $M \pm m$, мкм C_v %	Пилкові зерна, %				
			нормально розвинені		аномальні		
			числівник – життєздатні, знаменник – 2 пилкові трубки	не-життє-здатні	недо-розви-нені	3 повіт-ряні мішки	4 повіт-ряні мішки
1	*P. banksiana* Lamb. Сосна Банкса	84,8 ± 4,05 4,8	94,7 4,3	3,3	2,0	0	0
2	*P. contorta* Dougl. Сосна скручена	109,1 ± 5,24 4,8	82,9 1,2	13,4	3,5	0,2	0
3	*P. funebris* Kom Сосна могильна	95,5 ± 5,31 5,6	65,9 5,8	33,9	0,2	0	0
4	*P. halepensis* Mill. Сосна алепська	144,4 ± 6,65 4,6	95,3 0,4	4,3	0,4	0	0
5	*P. jeffreyi* Grep. Сосна Джеффрея	63,2 ± 3,08 4,9	82,7 5,7	16,5	0,8	0	0
6	*P. koraiensis* Sieb. et Zucc. Сосна кедрова корейська	95,2 ± 3,96 4,2	97,6 0,0	2,4	0	0	0
7	*P. mugo* Turra Сосна гірська	174,1 ± 7,25 4,2	99,8 0,0	0,2	0	0	0
8	*Pinus murrayana* Balf. Сосна Муррея	149,0 ± 6,81 4,6	95,8 13,0	0,4	3,8	0	0
9	*P. nigra* Arn. Сосна чорна	103,0 ± 6,28 6,1	88,3 12,2	9,8	1,9	0	0
10	*P. nigra var. austriaca* Asch.et Gr. Сосна чорна австрійська	142,3 ± 5,52 3,9	95,8 2,6	4,0	0,2	0	0
11	*P. peuce* Griseb. Сосна румелійська	174,8 ± 6,99 4,0	97,4 0,0	2,4	0,2	0	0
12	*P. ponderosa* Dougl. Сосна жовта	91,0 ± 4,34 4,8	94,0 12,0	3,2	1,6	1,2	0
13	*P. rigida* Mill. Сосна жорстка	151,5 ± 5,57 3,7	98,4 0,8	1,6	0	0	0
14	*P. sibirica* Du Tour Сосна кедрова сибірська	157,7 ± 4,97 3,2	93,1 0,4	6,5	0,4	0	0
15	*P. silvestris* L. Сосна звичайна	146,6 ±7,11 4,9	90,7 0,2	8,3	1,0	0	0
16	*P. tabulaeformis* Carr. Сосна китайська	131,5 ± 6,86 5,2	92,3 0,0	7,1	0,6	0	0
17	*P. thunbergiana* Franco Сосна Тунберга	131,5 ± 6,08 4,6	97,7 37,8	2,1	0,2	0	0
18	*P. uncinata* Mill. ex Mirb. Сосна гачкувата	118,7 ± 5,59 4,7	76,6 1,0	21,4	1,6	0,2	0,2

У процесі пророщування пилку виявлено відхилення від норми у вигляді двох пилкових трубок майже в усіх видів сосни, особливо велику їхню кількість – у *P. thunbergiana* (37,8 %), *P. murrayana* (13,0 %), *P. nigra* та *P. ponderosa* (12,0 %). У жодного з вивчених видів сосни не виявляли розгалуження пилкових трубок, хоча, на думку Г. М. Козубова (Kozubov 1974), голонасінним це притаманне.

Із 18 видів сосни, які «цвіли», наступного року лише 8 утворили шишки від вільного запилення, із них 4 види – *Pinus contorta*, *P. rigida*, *P. ponderosa* та *P. koraiensis* – мали

достатню кількість повнозерного насіння в шишці (табл. 2). Дуже мало шишок вдалося зібрати з *P. jeffreyi* (2 шт.), *P. ponderosa* (11 шт.), *P. nigra* (14 шт.), та й не всі шишки мали виповнене насіння. Найменшу кількість шишок із виповненим насінням виявлено у *P. contorta* – 20 % і *P. rigida* – 42 %. У *P. thunbergiana* в кожній такій шишці було лише по одній розвиненій насінині, у *P. jeffreyi* у двох шишках було 3 та 4 насінини, від 1 до 10 насінин – у сосен *P. nigra* та *P. funebris*. Найбільшу кількість виповненого насіння мала шишка *P. Rigida* – 51 шт. Вихід насіння від вільного запилення в інтродукованих видів був низьким – 0,05–0,79 %, за винятком *P. ponderosa* – 2,22 %.

Основними причинами, які призводять до некрозу насінних зародків, є відсутність запилення, низька життєздатність чоловічого або жіночого гаметофітів, гетерогамний тип запилення (Surso 2013). В умовах ДП «Київська ЛНДС» насіннєві зародки більшості сосен-інтродуцентів гинули відразу після запилення, в результаті чого сформувалася незначна кількість виповненого насіння, а решта – це крилатки з ледь помітними пікнотичними утвореннями.

Таблиця 2

Характеристика шишок і насіння деяких видів сосни

Видова назва сосни	Кількість шишок, шт.	Частка шишок із виповненим насінням, %	Кількість виповненого насіння в шишці, шт.	Вихід виповненого насіння, %	Ґрунтова схожість насіння, %
P. contorta Dougl.	30	20,0	16,7	0,66	8,0
P. funebris Kom	30	80,0	4,7	0,76	30,1
P. jeffreyi Grep.	2	100	3,5	–	14,3
P. koraiensis Sieb. et Zucc.	30	100	98,2	25,6	–
P. nigra Arn.	14	92,9	4,5	0,34	60,3
P. ponderosa Dougl.	11	100	20,1	2,22	0,5
P. rigida Mill.	26	42,3	19,4	0,57	20,7
P. thunbergiana Franco	30	63,3	1,0	0,05	65,0

Насіння інтродуцентів було висіяно в плівковій теплиці Старопетрівського лісництва. Ґрунтова схожість його дуже різнилася. Так, із посіяних 221 шт. насінин *P. ponderosa* ми отримали лише один сіянець, із 100 шт. насінин *P. contorta* – лише вісім, тоді як у *P. thunbergiana* та *P. nigra* схожість була високою: 60–65 %. Слід відзначити, що *P. ponderosa* представлена одним екземпляром і для неї існує висока вірогідність самозапилення, внаслідок чого утворюється пусте насіння, яке за розмірами й масою є близьким до виповненого, але має деструктуровані м'які тканини. Подібний характер плодоношення властивий *P. ponderosa* і в умовах біосферного заповідника «Асканія-Нова» (Litvinenko 2013).

Ми проаналізували зв'язок між якістю пилку та кількістю отриманого насіння в наступному році і його ґрунтовою схожістю (табл. 3).

Таблиця 3

Коефіцієнти кореляції між якісними показниками пилку та насіння деяких видів сосни

Показник	1	2	3	4
Довжина пилкових трубок	x	0,566*	0,292	0,330
Життєздатність пилку	x	x	0,329	0,151
Кількість насінин у шишці	x	x	x	-0,725**
Ґрунтова схожість насіння	x	x	x	x

*Вірогідно на 5%-му рівні значущості для $n = 18$.
**Вірогідно на 5%-му рівні значущості для $n = 8$.

Визначено вірогідний середньої сили позитивний зв'язок між життєздатністю пилку інтродукованих видів сосни та інтенсивністю росту пилкових трубок ($r = 0,566$, $t_{0,05} = 2,75$

при $n = 18$). Кількість насінин у шишці різних видів сосни не пов'язана з якістю їхнього пилку. Можливо, невірогідність впливу пояснюється малою кількістю пар, лише 8 видів, із яких було заготовлено насіння. Водночас це може свідчити про порушення в розвитку мегастробілів і про те, що якість пилку не є причиною низького виходу виповненого насіння (Nekrasova 1985, Litvinenko 2013).

Між загальною кількістю насінин у шишці та ґрунтовою схожістю насіння існує сильна обернена залежність (r = -0,725), вірогідна на 5%-му рівні. Загалом, на пінетумі ДП «Київська ЛНДС» дерева – інтродуценти сосни успішно «цвітуть», але не утворюють достатньої кількості виповненого насіння.

Висновки. Вивчено можливості насіннєвого відновлення 18 видів інтродукованих сосен в умовах ДП «Київська ЛНДС». Встановлено, що всі види сосни, представлені на пінетумі, «цвітуть». У всіх видів фази власне «цвітіння» мегастробілів і льот пилку з мікростробілів співпадають, що робить можливим самозапилення. Природно-кліматичні умови регіону сприяють утворенню життєздатного пилку. У процесі пророщування пилкових зерен виявлено відхилення від норми у вигляді утворення двох пилкових трубок у пилкових зерен майже всіх видів сосни, особливо велику їхню кількість мала *P. thunbergiana* (37,8 %).

Життєздатність пилку інтродукованих видів сосни та інтенсивність росту пилкових трубок пов'язані між собою, проте якість пилку не є причиною низького виходу виповненого насіння.

Із 18 видів сосни, які «цвіли», лише 8 утворили від 20 до 100 % шишок із виповненим насінням, вихід насіння з шишок в інтродукованих видів – від 0,05 до 2,2 %. Ґрунтова схожість насіння сосен-інтродуцентів є низькою (0,5–30,1 %), за винятком *P. thunbergiana* та *P. nigra* (60–65 %). Загалом, на пінетумі ДП «Київська ЛНДС» дерева – інтродуценти сосни успішно «цвітуть», але не утворюють достатньої кількості виповненого насіння.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Gordienko, M. I., Bondar, A. O., Krynytsky, G. T., Leontyak, G. P. 2000. Introdutsenty v lisovykh kulturakh Podillya Ukrayiny [Introducents in forest stands of Podillya region in Ukraine]. Kyivб Agropromvydav Ukrayiny, 208 p. (ш Ukrainian).

Kozubov, G. M. 1974. Biologiya plodonosheniya khvoynykh na Severe [Biology of conifer fruiting in the North]. Leningrad, Nauka, 136 p. (in Russian).

Litvinenko, Yu. S. 2013. Otsinka reproduktyvnoho potentsialu vydiv rodu *Pinus* L. na pivdni stepovoyi zony Ukrayiny za pokaznykamy nasinnevoyi produktyvnosti ta yakosti pylku [Assessment of reproductive potential of *Pinus* L. genus in the south of the steppe zone of Ukraine by indicators of seed productivity and pollen quality]. Biuleten DNBS [Bulletin SNBG], 108: 76–83 (in Ukrainian).

Makhmet, B. M. and Shlonchak, G. V. 1977. Zberihannya pylku deyakykh derevnykh porid sposobom hlybokoho zamorozhuvannya [Pollen conservation from some tree species by deep freezing]. Ukrainian Botanical Journal, XXXIV(2), a reprint from the article (in Ukrainian).

Nekrasova, T. P. 1985. Prakticheskie aspekty problem opyleniya i oplodotvoreniya v semenovodstve khvoynykh [Practical aspects of pollination and fertilization problems in conifer seed production]. In: Polovoe razmnozhenie khvoynykh rasteniy: vsesoyuznyy simpozium [Sexual reproduction of conifers: All-Union Symposium]. Novosibirsk, p. 7–8 (in Russian).

Pausheva, Z. P. 1974. Praktikum po tsytologii rasteniy [Workshop on plant cytology]. Moscow, Kolos, 288 p. (in Russian).

Pohilchenko, O. P. 2011. Biologicheskie osnovy kultivirovaniya yeley (*Picea A.* Dietr.) v Ukraine [Biological basis for spruce (*Picea A.* Dietr.) cultivation in Ukraine]. Kyiv, 138 p. (in Russian).

Pravdin, L. F. 1964. Sosna obyknovennaya [Scots pine]. Moscow, Nauka, 194 p. (in Russian).

Surso, M. V. 2013. Reproduktivnaya biologiya i polimorfizm khvoynykh vidov (semeystva *Pinacea* Lindl., *Cupressacea* Rich ex Bartl.) Yevropeyskogo Severa Rossii (Arkhangelskaya oblast) [Reproductive biology and polymorphism of conifer species (family *Pinacea* Lindl., *Cupressacea* Rich ex Bartl.) of the European North of Russia (Arkhangelsk region)]. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni doktora s.-h. nauk [Extended abstract of Doctoral dissertation]. Arkhangelsk, 43 p. (in Russian).

Shlonchak G. A., Shlonchak A. V., Bazan T. A.

POLLEN AND SEED QUALITY OF INTRODUCED PINE SPECIES IN KYIV FOREST RESEARCH STATION

State Enterprise "Kyiv Forest Research Station"

The results of pollen quality studies of 18 species of 37-year-old pines done in the pinetum of the Staropetrivske Forestry within the State Enterprise "Kyiv Forest Research Station" are presented. From the 29 planted species of the *Pinus* genus, only 20 have survived. All species of pine trees represented in the pinetum, "blossom". The climatic conditions of the region contribute to viable pollen forming (65.9–99.8 %) with a small amount of abnormal pollen grains.

In germinating of pollen abnormalities were detected, namely two pollen tubes in almost all species of pine. The viability of pollen of introduced species of pine and the growth rate of pollen tubes are interconnected. Pollen quality is not a limiting factor for the development of high-quality seeds.

In the pinetum of the State Enterprise "Kyiv Forest Research Station", introduced pine trees "blossom" successfully, but they do not form a sufficient number of full-grain seeds.

K e y w o r d s : pine species collection, pollen grains, pollen viability, pollen tubes, seeds.

Шлончак Г. А., Шлончак А. В., Базан Т. А.

КАЧЕСТВО ПЫЛЬЦЫ И СЕМЯН ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВИДОВ СОСЕН В УСЛОВИЯХ ГП «КИЕВСКАЯ ЛНИС»

ГП «Киевская лесная научно-исследовательская станция»

Представлены результаты исследования качества пыльцы 18 видов 37-летних сосен на пинетуме Старопетровского лесничества ГП «Киевская ЛНИС». Из 29 посаженных видов рода *Pinus* до настоящего времени сохранилось 20. Все виды сосен, представленные на пинетуме, «цветут». Природно-климатические условия региона способствуют формированию жизнеспособной пыльцы (65,9–99,8 %) с незначительным количеством аномальных пыльцевых зерен.

В процессе прорастания пыльцы выявлены отклонения от нормы в виде двух пыльцевых трубок у пыльцевых зерен почти всех видов сосен. Жизнеспособность пыльцы интродуцированных видов сосен и интенсивность роста пыльцевых трубок коррелируют между собой. Качество пыльцы не является причиной низкого выхода полнозернистых семян.

На пинетуме ГП «Киевская ЛНИС» деревья – интродуценты сосны успешно «цветут», но не образуют достаточного количества полнозернистых семян.

К л ю ч е в ы е с л о в а : коллекция видов сосен, пыльцевые зерна, жизнеспособность пыльцы, пыльцевые трубки, семена.

E-mail: klnds@ukr.net

Одержано редколегією 10.01.2019

ЛІСОВІДТВОРЕННЯ, АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ, ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ

УДК 630.26:630.232:630.116.64

https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.85

Н. Ю. ВИСОЦЬКА[1], О. Р. ЗУБОВ[1], Л. Г. ЗУБОВА[1], В. І. ФОМІН[2]

СТАН ЗАХИСНИХ ЛІСОВИХ СМУГ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В ОЛЕШКІВСЬКОМУ РАЙОНІ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

[1]Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького
[2]ДП «Степовий ім. В. М. Виноградова філіал УкрНДІЛГА»

Наведено результати аналізу стану захисних лісових смуг різного призначення в Олешківському районі Херсонської області. Надано характеристику полезахисних лісових смуг і розподіл площі під ними залежно від головної породи, її віку та конструкції смуги. Доведено можливість використання супутникових знімків із високою роздільною здатністю для аналізу наявності полезахисних лісових смуг, встановлення їхньої протяжності та захисного впливу. Шляхом аналізу космічних знімків визначено, що середня відстань між полезахисними лісовими смугами в Олешківському районі становить близько 550 м (min = 225 м; max = 860 м). Подано результати аналізу стану захисної лісосмуги вздовж автомагістралі між містами Херсон і Олешки, прируслової лісосмуги вздовж річки Конка в Олешках. Приведено результати статистичної обробки даних таксаційних показників тополі в обох лісових смугах. На прикладі річки Конка показано методику розрахунку ширини берегоукріплювальної стрічки прируслової лісосмуги.

К л ю ч о в і с л о в а : агроландшафт, посуха, дефляція, захисні лісові смуги, захист берегів від розмивання.

Вступ. Лісомеліоративний захист ґрунтів від водної та вітрової ерозії, а сільськогосподарських угідь – від несприятливих кліматичних чинників забезпечує створення єдиної системи захисних лісових насаджень, яка включає низку категорій і видів (Instrukzia 1979). Захисні лісові смуги (ЗЛС) (полезахисні, стокорегулювальні, прибалкові та прияружні, садозахисні, на пасовищних землях, навкруги тваринницьких ферм, у місцях відпочинку худоби, навколо ставків та інших водоймищ, уздовж берегів рік, уздовж зрошувальних і скидних каналів, уздовж автомобільних шляхів і залізничних магістралей) є найважливішою ланкою в системі лісової меліорації (Jose 2009, Yukhnovsky & Gladun 2015). Цим насадженням належить безперечна домінантна роль у регулюванні та збереженні сприятливих параметрів навколишнього середовища, запобіганні деградації агролісоландшафтів та підвищенні їхньої продуктивності, а також забезпеченні на цій основі сталого розвитку регіонів (Ivonin 2004, Gladun & Gladun 2013, Sidorenko & Bila 2017, Vysotska et al. 2018).

В екстремальних умовах Степу виключна роль у захисті довкілля від несприятливих чинників належить полезахисним лісовим смугам (ПЗЛС). Як відомо (Smalko 1963), їхній меліоративний і захисний вплив на прилеглі поля та інші об’єкти обумовлений зменшенням швидкості вітру як із підвітряного, так і з навітряного боків. Унаслідок цього відбувається збереження снігового покриву та накопичення снігової вологи на полях, підвищення рівня вологи й родючості ґрунтів, перешкоджання розвіюванню ґрунтів, зберігання посівів сільськогосподарських культур під час пилових бурь, покращення мікроклімату й гідрологічного режиму території, захист сільськогосподарських культур від посух, суховіїв, підвищення їхньої врожайності, пом’якшення негативних наслідків антропотехногенного впливу та зміни клімату (Konstantinov & Struzer 1974, Pavlovskiy 1986, Zubov 1988, Koptyev & Lishenko 1989, Zykov 2002, Furdychko & Stadnyk 2008, Zubov et al. 2010, Neoneta 2012, Sidorenko & Bila 2017, Kulik et al. 2018).

Сучасний стан агролісомеліоративних насаджень, їхні стійке функціонування та меліоративна ефективність, природоохоронний та екологічний потенціал залежать від відповідності породного складу лісорослинним умовам ділянок, застосованих типів і схем змішування, віку деревостану, впливу антропогенної діяльності, особливостей кліматичних

умов регіону, загального агротехнічного фону угідь тощо (Furdychko et al. 2006, Furdychko & Stadnyk 2008, Yerusalimskiy 2010, Strelchyuk & Boiko 2015).

Площа території Херсонської області становить 2846,1 тис. га, з яких 1969 га займають сільськогосподарські угіддя. Розораність території області є найвищою в Україні й становить 90,3 % (Strelchuk 2015). Водночас цей показник не є чинником відповідного розвитку водної ерозії, оскільки похил ріллі становить у середньому 0,63° і є найнижчим серед областей України. Адже встановлено (Zubov & Zubov 2019), що найвагомішим чинником еродованості ріллі є не розораність земель, а їхня частка у складі ріллі з нахилом понад 1°. За проявом водної ерозії ріллі область посідає 21-ше місце та є порівняно безпечною. Оскільки еродовані землі охоплюють територію 441,9 тис. га, існує потреба в стокорегулювальних лісових смугах. Площа дефляційно-небезпечних земель становить 1689 тис. га (майже 60 % площі території області), що свідчить про важливість збереження вітрозахисної здатності ПЗЛС на високому рівні (Strelchuk 2015). Водночас Херсонська область характеризується стрімкою втратою захисних лісових насаджень (Strelchyuk & Boiko 2015).

Актуальним питанням сьогодення залишається визначення оптимальних параметрів і конструкцій ЗЛС різного цільового призначення, а також значень міжсмугових відстаней на основі аналізу їхнього сучасного стану.

Метою роботи є визначення оптимальних параметрів і конструкцій ЗЛС різного цільового призначення на основі аналізу їхнього сучасного стану в степових умовах на прикладі Олешківського району Херсонської області.

Матеріали й методи. Об’єктом досліджень є захисні лісові смуги, розташовані на території Олешківського району Херсонської області, – полезахисні лісові смуги, смуга вздовж берегів річки Конки в межах смт Олешки та придорожня – вздовж автомобільної дороги від м. Херсон до м. Олешки.

Олешківський район розташований у нижній лівобережній частині басейну Дніпра й межує по його руслу на півночі й заході з містом Херсон, Бериславським і Білозерським районами. Відповідно до сучасного лісомеліоративного районування (Hladun et al. 2014), Олешківський район Херсонської області розташований у Присиваському окрузі Присиваської провінції Сухостепової природної зони, яка займає найнижчу частину Причорноморської низовини (висота н. р. м. становить 50–60 м). Клімат Сухостепової природної зони найпосушливіший, як порівняти з кліматом інших зон. Літні температури є порівняно високими, зима – коротка й малосніжна. Середня температура липня +23…+24°. Безморозний період триває 180–190 днів, а біля морського узбережжя – 200–220 днів. Тривалість вегетаційного періоду – 220–230 днів. Річна сума активних температур становить 3300–3400°. Про значну посушливість клімату свідчить велике перевищення випаровування над опадами. Так, за річної суми опадів 300–360 мм випаровування сягає 900–1000 мм. За теплий період випадає приблизно 250 мм опадів.

Методи досліджень: аналіз наукових публікацій і фондових джерел інформації; натурні польові дослідження та обстеження лісосмуг; аналіз космічних зображень території, отриманих за допомогою сервісу Google Earth Pro та Microsoft Bing.

Математичну обробку отримуваних даних виконували з використанням стандартних методів математико-статистичного аналізу за посібником (Zubova 2013). Вона включала визначення простих статистичних показників (середнього арифметичного, дисперсії, середнього квадратичного відхилення, коефіцієнта варіації, абсолютної та відносної похибки, довірчого інтервалу). Для перевірки даних на однорідність (виявлення сумнівних значень) використовували критерій Стьюдента (*t*). Для перевірки даних на достовірність розраховували асиметрію та ексцес. Для підтвердження гіпотези про достовірність даних використовували метод спрямлених діаграм.

Під час використання сервісу Google Earth Pro спочатку робили огляд території району з висоти, на якій вже можна було чітко вирізнити окремі лісосмуги (35–40 км). Пересуваючи на екрані поле огляду, обирали ділянки, рівномірно розподілені на території, відзначали

географічні координати їхніх центрів. Потім зменшували висоту огляду приблизно до 5 км, щоб у поле екрану потрапляло не менше 10–15 паралельних лісосмуг. Використовуючи інструмент «зберегти зображення», отримували знімок ділянки. Далі, обираючи на панелі інструментів функцію «лінійка», за кількома умовними паралельними створами, розташованими упоперек лісосмуг, вимірювали *on line* від 7 до 15 міжсмугових відстаней, результати записували, а потім обробляли їх.

Результати та обговорення. Аналіз розподілу лісових смуг у Херсонській області за призначенням виявив, що переважають серед них за площею полезахисні. За даними обліку у 2010 р. їхня площа становила 28951 га, а полезахисна лісистість – 1,6 %. Найвищі показники були в Олешківському (2,9 %) і Скадовському (2,4 %) районах. Найменші – у Каланчацькому (1,2 %), Нижньосірогозькому (1,3 %), Генічеському та Іванівському районах (1,4 %).

Херсонська область вирізняється найвищою в Україні розораністю угідь. Згідно із (Strelchuk 2015), із 2846,1 тис. га загальної території 1969 га займають сільськогосподарські угіддя з часткою ріллі 90,3 %. Але порівняння з іншими областями показало, що висока розораність не стала фактором відповідного розвитку водної ерозії. За еродованістю ріллі область посідає 21-ше місце та є порівняно безпечною. Це можна пояснити тим, що середній похил ріллі становить 0,63° і є найнижчим в Україні. Адже встановлено (Zubov & Zubov 2019), що найвагомішим фактором еродованості ріллі є не розораність, як вважають, а частка земель із нахилом понад 1° у складі ріллі. Втім еродовані землі мають площу в 441,9 тис. га (Strelchuk 2015). Однак потреба в стокорегулювальних лісосмугах тут також існує.

Площа дефляційно-небезпечних земель становить 1689 тис. га, тобто майже 60 % площі області (Strelchuk 2015), що свідчить про велике значення збереження вітрозахисної ефективності ПЗЛС на високому рівні.

Стан полезахисних лісових смуг Олешківського району. За результатами узагальнення даних останнього лісовпорядкування у 18 господарствах (1995 р.) встановлено, що твердолистяні деревні породи росли на площі 1218,4 га (68,4 %), решту території займали м'яколистяні. Переважаючі типи умов місцезростання – B_2 та C_2, рідше A_2 – є доволі сприятливими для росту деревних порід.

Враховуючи, що станом на 1995 р. майже половина ЗЛС належала до категорії стиглих і перестійних деревостанів, нині, навіть за умови збереження, практично всі вони належать до перестійних насаджень і потребують проведення відповідних лісогосподарських заходів.

В області за площею переважають лісові смуги з участю робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia*) (чисті або з домішкою інших порід) – 1241,6 га, або 69,7 %. Більше ніж половина їх уже в 1995 р. належали до стиглих і перестійних. Середні таксаційні показники робінії звичайної на той час були доволі високими: клас бонітету I,0, середня повнота – 0,63. Площа низькоповнотних насаджень становила 21,9 %. Майже відсутні були ПЗЛС із повнотою 0,9–1,0. В усіх вікових інтервалах переважали середньоповнотні насадження. Висота ПЗЛС сягала в середньому у 20 років 9 м, у 30 – 12,1 м, у 40 – 14,5 м, у 50 років – 19,2 м. Станом на 2019 р. переважну більшість продуктивних робінієвих деревостанів у ПЗЛС знищено самовільними рубками, на їхньому місці відбувається відновлення рослин від кореневої парості, що сприяє стрімкому розповсюдженню небажаної рослинності на поля й дороги. Відповідно знищено продуктивну конструкцію смуг і порушено захисну висоту біоінженерних споруд.

Друге місце за розповсюдженням посідають ПЗЛС із участю різних видів і гібридів тополь (*Populus* sp.). Їхня площа сягала 406,7 га, або 22,8 %. Частка стиглих і перестійних насаджень становила 33,8 %. В умовах C_2 у 25 років їхня висота знаходиться в межах 17–20 м. На момент лісовпорядкування смуги з переважанням у складі тополі відзначалися низькою повнотою та суттєвими обсягами сухостою, тобто потребували заходів щодо реконструкції або повної заміни.

Незважаючи на високі таксаційні показники ПЗЛС із переважанням у складі дуба звичайного, їхня площа становила лише 18,5 га, середній вік – 20–30 років. Станом на 2019 р. їхній середній вік становить 44–54 роки.

Плодові представлені шовковицею чорною (*Morus nigra*) та білою (*Morus alba*), абрикосом (*Armeniaca vulgaris*) і трапляються переважно в складі з гледичією триколючковою (*Gleditsia triacanthos*), робінією звичайною, маслинкою сріблястою (*Elaeagnus angustifolia*), кленом ясенелистим (*Acer negundo*) та ін.

Станом на 1995 р. 63,3 % ПЗЛС мали ажурну конструкцію, 36,4 % – продувну. Продувна конструкція була характерною для тополевих, горіхових і плодових насаджень (76,1–82,9 %). ПЗЛС, де головною породою були робінія звичайна, клен ясенелистий, дуб звичайний, мали переважно ажурну конструкцію.

Загалом по району 14,7 % (261,2 га) ПЗЛС мали незадовільну лісомеліоративну оцінку (ЛМО). Найгіршими показниками вирізнялися тополеві смуги – 41 % насаджень мали ЛМО від 1 до 3. Це пояснюється доволі високою часткою перестійних насаджень – 33,8 %, випадінням дерев, накопиченням сухостою. Порівняно високу середньозважену ЛМО (4,67) мали ПЗЛС із робінії звичайної. Високу ЛМО (5,0) мали ПЗЛС, в яких головною породою є дуб звичайний.

Зважаючи на трудомісткість наземних робіт щодо оцінювання сучасного стану ЗЛС через великий обсяг, актуальним питанням є пошук альтернативних методів. Тому було перевірено можливість отримання інформації за космічними знімками Google Earth.

Візуальний аналіз знімків (рис. 1–3) свідчить, що їхня роздільна здатність є достатньою, щоб визначати наявність смуг, відстань між ними, площу захисту поля, рядність смуг і оцінити попередній стан смуг.



а.

Рис. 1 – Космічне зображення системи лісосмуг в Олешківському районі, отримане за допомогою сервісу Google Earth Pro

За космічними знімками рівномірно розташованих фрагментів території всього Олешківського району визначили, що середня відстань між ПЗЛС у різних його частинах варіює від 350 до 780 м (у середньому 550 м), місцями міжсмугова відстань зменшується до 160–345 м (у середньому 255 м), а максимальні відстані варіюють від 600 до 1050 м (у середньому 860 м). Унаслідок повної загибелі або вирубування лісосмуг наявні простори без них завдовжки до 2 км. Основні лісосмуги орієнтовані з півночі-заходу на південь-схід, переважно з румбом 10°, а місцями до 30°. Використаний методичний підхід дає змогу точно

визначати й ширину лісосмуги, тобто сумісно з вимірюванням міжсмугових відстаней дає можливість порахувати полезахисну лісистість територій різного розміру.



Рис. 2 – Дані супутникової зйомки різного масштабу, отримані за допомогою сервісу Google Earth Pro

Дальність ефективної меліоративної дії лісосмуг за розрахунку на 10 % зниження швидкості вітру становить 25–30 Н (Instruktsiya 1979). Таким чином, за висоти ПЛС 15–20 м відстань між ними за оптимальної ажурності (30–35 %) не має перевищувати 400–500 м. В дійсності ж, як показано вище, значна частина ПЛС розташована на більшій відстані.



а ***б***

Рис. 3 – Захисна лісова смуга вздовж автомобільної магістралі на космічному (*а*) та наземному (*б*) знімках: 1 – досліджена ділянка смуги

Стан захисної лісосмуги вздовж автомобільної траси між м. Херсон та м. Олешки. Лісові смуги вздовж автомобільних і залізничних шляхів призначені виконувати такі

функції: захищати їх від занесення снігом та піском, зменшувати рівень шуму від транспорту та захищати від несприятливих аеродинамічних впливів тощо (Gladun & Gladun 2013, Bojko et al. 2019). Безперечно, їм притаманні й властивості полезахисних лісових смуг.

Досліджувана лісосмуга (див. рис. 3) складається із трьох рядів тополі, але на багатьох ділянках наявні лише один-два ряди. Обстеження лісосмуги виконували на ділянці протяжністю 2 км. Математико-статистична обробка даних дала змогу отримати такі її показники (табл. 1–3): середній діаметр дерев $d_{1,3}$ = 31,1 см, окремих – до 47 см; середнє квадратичне відхилення S = 8,18 см, коефіцієнт варіації C_v = 26,3 %. Довірчий інтервал 31,1 ± 3,3 см. Висота дерев становила 12–14 м, окремих – до 18–22 м. Наявний самосів інших деревних і кущових порід, таких як маслинка вузьколиста, ясен звичайний, липа дрібнолиста тощо. Часто трапляються біогрупи, утворені поростевим відновленням робінії звичайної.

Аналіз даних, отриманих на чотирьох ділянках завдовжки по 100 м виявив, що щільність розміщення дерев тополі варіює від 17 до 22 шт. на 100 м.

Таблиця 1

Статистичні показники діаметрів стовбурів тополь

Показник, формула та значення			Показник, формула та значення		
Середнє арифметичне	$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$	31,1	Абсолютна похибка	$S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$	1,6
Дисперсія	$S^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}$	66,93	Відносна похибка	$S_{\bar{X}}\% = \frac{S_{\bar{X}}}{\bar{X}} \cdot 100\%$	160,44
Стандартне відхилення	$S = \sqrt{S^2}$	8,18	Довірчий інтервал	$\bar{X} \pm t \cdot S_{\bar{X}}$	31,1 ± 3,3

Таблиця 2

Перевірка однорідності даних за допомогою критерія Стьюдента (*t*)

Показник	Значення	Показник	Значення
$X_{ср.}$	31,1	S (стандартне відхилення)	8,18
X_n(max)	47,7	X_1(min)	19,1
$t_ф$	2,03	$t_ф$	1,47
$t_т$	2,06	$t_т$	2,06
Висновок (вид гіпотези)	H_0	Висновок (вид гіпотези)	H_0

Таблиця 3

Результати розрахунку коефіцієнта варіації, асиметрії та ексцесу

Показник	$V = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100\%$	$A = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^3}{n \cdot S^3}$	$E = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^4}{n \cdot S^4} - 3$
Значення	26,3	0,32	-0,75

Значення коефіцієнта варіації, асиметрії та ексцесу (табл. 3) дають можливість висунути гіпотезу про відсутність підпорядкування діаметра дерев нормальному закону розподілу. Це підтверджується також за допомогою методу спрямлених діаграм (табл. 4, рис. 4), але не суперечить загальноприйнятим в лісівництві твердженням.

Таблиця 4

Визначення відносної накопиченої частоти і квантилів

№ з/п	Значення Y_i	Частоти n_i	Накоплені частоти $N_i = \sum_{r=1}^{i} n_r - \frac{1}{2}$	Відносні накоплені частоти		Квантилі u_{pi}
				$F^*(x_i) = \frac{N_i}{n}$	$P_i = F^*(x_i) \cdot 100$, %	
1	19	2	1,5	0,06	6	-1,56
2	21	3	4,5	0,17	17	-0,95
3	23	1	5,5	0,21	21	-0,81
4	24	1	6,5	0,25	25	-0,67
5	25	1	7,5	0,29	29	-0,55
6	28	1	8,5	0,33	33	-0,44
7	30	3	11,5	0,44	44	-0,15
8	31	2	13,5	0,52	52	0,05
9	32	1	14,5	0,56	56	0,15
10	33	2	16,5	0,63	63	0,33
11	34	1	17,5	0,67	67	0,44
12	35	1	18,5	0,71	71	0,55
13	37	2	20,5	0,79	79	0,81
14	38	1	21,5	0,83	83	0,95
15	39	1	22,5	0,87	87	1,13
16	44	1	23,5	0,9	90	1,28
17	47	1	24,5	0,94	94	1,56
18	48	1	25,5	0,98	98	2,05

Як можна побачити (див. рис. 4), нанесені точки з координатами (Y_i; u_{pi}) відхиляються від прямої, що й є підтвердженням невідповідності розподілу діаметрів нормальному закону.

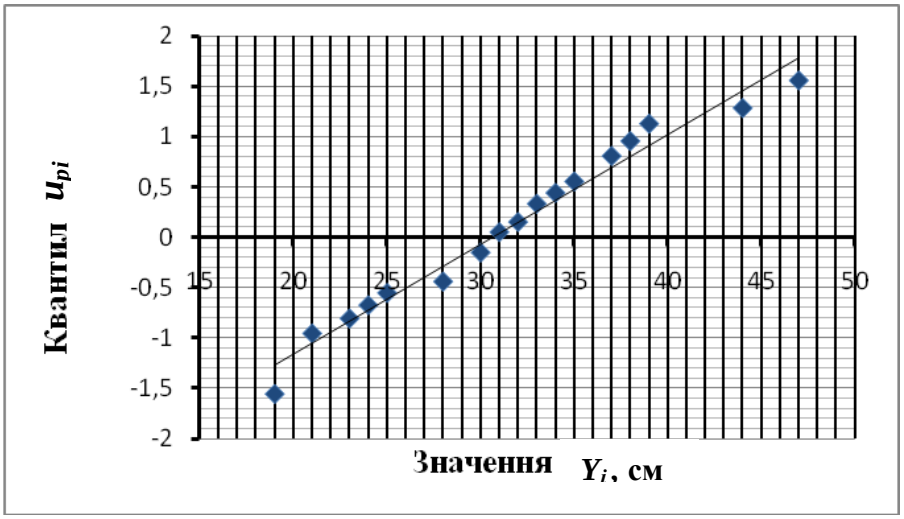


Рис. 4 – Графічна перевірка відповідності даних Y_i закону розподілу

Стан захисної прируслової лісосмуги вздовж річки Конка в Олешківському районі.

Відповідно до екологічного паспорту, загальна площа прибережних захисних лісових смуг водних об'єктів у Херсонській області станом на 2016 р. становить 25171 га.

У складній системі захисних лісових насаджень у заплавах рівнинних річок особливе значення надається прирусловим лісовим смугам, розташованим безпосередньо вздовж русла річки, її рукавів, і береговим насадженням на корінних берегах долин.

Прируслові лісосмуги укріплюють береги річок, захищають їх від розмивання, а русло – від замулення; покращують санітарний стан річкових вод, запобігаючи їх забрудненню. Захищаючі малі річки, прируслові лісонасадження забезпечують сприятливі умови для рекреації, сприяють збереженню продуктивності прилеглих сільськогосподарських, рибогосподарських і мисливських угідь. Задля виконання перерахованих функцій лісосмуги повинні мати певні технічні та біологічні параметри.

Ширина обстеженої ділянки лісосмуги (рис. 5) становить 20 м. Головна порода – тополя, супутні – робінія звичайна, маслинка вузьколиста.



а ***б***

Рис. 5 – Ділянка прируслової лісової смуги вздовж правого берега р. Конка на космічному знімку (*а*) та фотознімку з моста через річку (*б*)

Обстеження дало можливість отримати такі показники (табл. 5): середній діаметр вибірки з 25 дерев тополі становить 31,3 см, діаметр окремих дерев досягає 49 см. Висота дерев – до 22 м. Щільність розташування – 78 шт. на 100 м. У таблиці 6 подано результати математико-статистичної обробки даних. Значення коефіцієнта варіації (36,5 %), асиметрії та ексцесу (0,076 та -1,58) і графічна перевірка (рис. 6) дають можливість висунути гіпотезу про відсутність підпорядкування діаметра дерев нормальному закону розподілу. Це не суперечить загальноприйнятим у лісівництві твердженням.

Таблиця 5

Статистичні показники діаметрів тополі

Показник	Значення	Показник	Значення
Середнє арифметичне, см	31,32	Абсолютна помилка	2,29
Дисперсія S^2	130,55	Відносна помилка	7,3
Стандартне відхилення	11,43	Довірчий інтервал	31,32 ± 4,72

Таблиця 6

Перевірка однорідності даних за критерієм Стьюдента (*t*)

Показник та його значення		Показник та його значення	
$X_{ср.}$, см	31,32	*S* (стандартне відхилення), см	11,43
X_n(max), см	49,0	X_1(min), см	13,00
$t_ф$	1,55	$t_ф$	-1,6
$t_т$	2,06	$t_т$	2,06
Висновок (вид гіпотези)	H_0	Висновок (вид гіпотези)	H_0

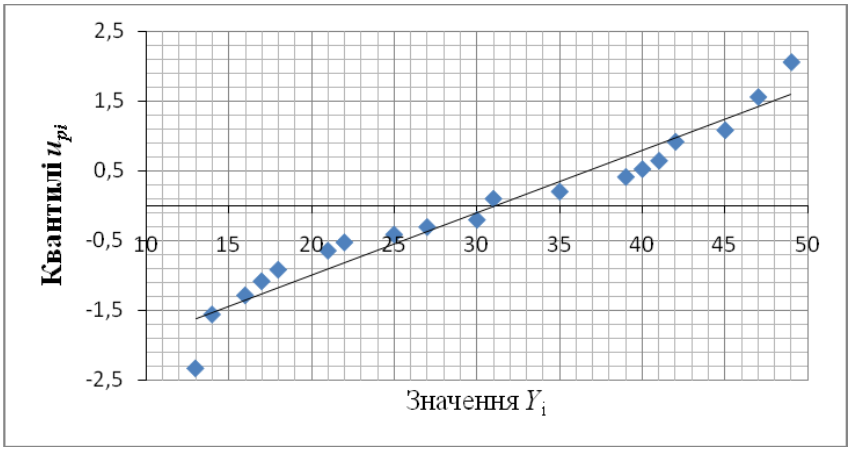


Рис. 6 – Графічна перевірка відповідності даних Y_i нормальному закону розподілу

Потрібну ширину прируслової лісосмуги на кожному березі зазвичай визначають від 15 до 50–100 м залежно від довжини та ширини річки, типу берега (табл. 7).

Таблиця 7

Ширина прируслових лісосмуг залежно від типу берегів за В. Г. Шаталовим (Ivonin 2004)

Річки, їхня довжина	Ширина за типами берега, м		
	увігнутий	опуклий	прямолінійний
Найменші – до 25 км	15	10	10
Малі: 25–50 км 51–100 км	20 30	15 20	15 20
Середні: 101–200 км 201–500 км	50 100	30 50	30 30

За конструкцією прируслові лісосмуги переважно проектують із двох поясів – чагарникового й деревно-чагарникового (рис. 7), які ще називають берегоукріплювальною (БС) і санітарною стрічками (СС).

Берегоукріплювальна стрічка займає витягнуту вздовж берегової лінії смугу завширшки від 3 до 9 м, яка періодично затоплюється під час коливання рівня води в руслі від середнього меженного до максимального (Ivonin 2004).

Для створення БС переважно використовують різні види верб.

Санітарну стрічку створюють завширшки 12–21 м (з міжряддями 3 м і кроком садіння 1 м). Узлісні бордюри утворюють кущі: терен, шипшина українська, маслинка вузьколиста й сріблясta, обліпиха крушиноподібна й інші колючі види. Решту рядів становлять заплавно-стійкі види дерев: верба біла, тополя чорна, осика, тополя біла та ін.

Обидві стрічки об’єднують міжстрічковою ділянкою луговини завширшки від 6 до 18 м.

Аналіз ЗЛС уздовж річки Конка на космічних знімках свідчить, що насадження ростуть лише на меншій частині її довжини. Отже, для річки Конка існує загроза розмивання берегів. На цьому прикладі розглянуто методику оцінювання небезпеки розмиву берегів річок та визначення параметрів ЗЛС для захисту малих річок, замість якої в практиці проектування використовують простіший підхід (див. табл. 7).

Комплексне оцінювання річок щодо небезпеки розмивання берегів здійснюють за допомогою показників стійкості русла, до яких насамперед належать число Лохтіна – Л (Levkivskyy et al. 2000) та коефіцієнт стабільності русла за М. І. Маккавеєвим – Кс.

Зазначені показники визначають за формулами (1–2):

$$Л = d / I \quad (1)$$

$$Кс = 1000 \cdot d / bI, \quad (2)$$

де d – грубість алювію, мм;
I – ухил русла, м·км$^{-1}$;
b – ширина русла, м.

Для річки Конка Л = 0,37 : 0,11 = 3,4; Кс = 1000·0,37/(50·0,11) = 0,067·1000 = 67.

За числом Л русло оцінено як слабко-стійке; за Кс – як стійке (табл. 8).

Таблиця 8

Класифікація річок за небезпекою розмивання берегів (Levkivskyy et al. 2000)

Ступінь небезпеки (стійкість русла)	Бали	Л	Кс	С, м·год$^{-1}$	Cmax, м·рік$^{-1}$	*T*, роки	*L*, % довжини
Дуже висока (абсолютно нестійкі русла)	5	0,5	2	>50	>100	<3	>90
Висока (нестійкі русла)	4	2	6	>10	>50	3–10	>80
Підвищена (слабко-стійкі русла)	3	5	6–15	5–10	>20	10–20	60–80
Помірна (відносно стійкі русла)	2	10	16–20	2–5	>10	20–80	30–60
Слабка (стійкі русла)	1	>50	20–100	<2	>5	>80	<20
Відсутня (абсолютно стійкі русла)	0	100	>100	Розмивання нема		Русло стабільне	

Примітка. С – швидкість розмивання берегів; C_{max} – максимально можливе розмивання берегів; *T* – періодичність розвитку та відмирання рукавів; *L* – протяжність фронту розмивання.

У кожному інтервалі показники Л і Кс відповідають певним межам осереднених швидкостей розмивання берегів С (м·год$^{-1}$), протяжності зон розмивання (у % від довжини ділянки річки), періодичності у часі деформацій русла (розвитку й спрямлення закрутів, розвитку й відмирання рукавів), можливої максимальної швидкості розмиву берегів (м·рік$^{-1}$).

За формулою К. М. Берковича (Levkivskyy et al. 2000):

$$C = K \cdot Q^2 I/(dH\text{б}), \quad (3)$$

де *d* – діаметр часток відкладень, що складають берег, мм;

Q – витрата води, м^3·с$^{-1}$;

I – ухил ділянки русла, м·км$^{-1}$;

*Н*б – висота рівня води над меженним рівнем, м;

K – коефіцієнт (м^3/с)$^{-1}$, який залежить від розміру річки: при Q < 300 м^3·с$^{-1}$ і ширині річки *b* < 50 м (малі річки) він дорівнює 5,5·10^{-3}.

Визначено параметри річки Конка, що необхідні для розрахунку: *I* = 0,11 м·км$^{-1}$, *b* = 50 м, *d* = 0,25–0,5 мм. Орієнтовно прийнято, що *Q* = 50 м^3·с$^{-1}$, а *Н*б = 2 м.

За формулою Берковича С = 5,5·10^{-3}·50^2·(0,11)/(0,37·2) = 2,04 м·рік$^{-1}$. Отже, русло можна оцінити як порівняно стійке (див. табл. 8), але навіть така швидкість розмивання в міських умовах протікання річки Конка, на наш погляд, може бути небезпечною.

Загальна ширина берегоукріплювальної смуги *A* з урахуванням її потрібної берегозахисної здатності визначається за алгоритмом, розгорнутим у формі таблиці 9, в якій $V_{доп.}$ – допустима швидкість потоку, визначена за (Bolshakov 1977), яка дорівнює 1 м·с$^{-1}$; *L* – довжина річки або її ділянки, км, із урахуванням її закрутів; *AB* – довжина прямої, км, що з'єднує витік та гирло річки або кінці її ділянки (рис. 7).

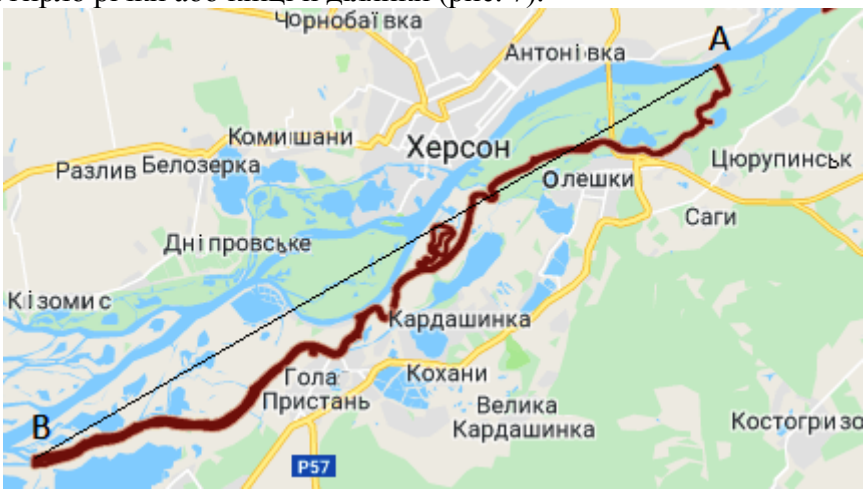


Рис. 7 – Річка Конка в межах Олешківського району Херсонської області

У формулі повної потужності річки (Zubov & Zubova 2017) Q – витрата води, $м^3 \cdot с^{-1}$; H – падіння річки, м, тобто різниця позначок поверхні води в точках А і В.

Таблиця 9

Результати розрахунку ширини берегоукріплювальної смуги

Показник	Формула	Результати
Коефіцієнт звивистості річки	$K = L/AB$	1,3
Повна (кадастрова) потужність річки	$N = 9{,}81QH$	1375
Питома потужність річки, кВт/м	$N_{пит} = N/L$	55
Коефіцієнт стійкості берегів річки	$a = 10V_{доп}^2K^2/\log(N_{пит} + 1)$	9,7
Логарифм загальної ширини берегоукріплювальної смуги, м	$\ln A = 3{,}62 - 0{,}104a$ (*Luchsheva* 1976, *Filchagov & Polishchuk* 1989)	2,61
Ширина смуги A, м	$A = e\text{^}(\ln A)$	14,0

За результатами розрахунку (див. табл. 9) ширина берегоукріплювальної смуги A = 14 м.

Висновки. Виходячи з правильного напрямку лісосмуг, системного характеру їхнього розташування та відстані між лісосмугами в Олешківському районі, що в середньому становить 550 м, можна констатувати, що за попередні роки на дефляційно-небезпечних землях району створено основу їхнього захисту від негативної дії суховіїв та вітрів великої сили. Проте наявність просторів із відстанню між смугами до 1000 м і більшими, зрідженість та випадіння значних ділянок лісосмуг потребують великих обсягів лісовідновлювальних робіт, які мають відбуватися на основі ретельного натурного обстеження стану лісосмуг.

Вирощування порослевих насаджень (наприклад, *Robinia pseudoacacia*) у ПЛС потребує систематичних доглядів за ґрунтом, а також ретельного догляду й контролю за паростю, своєчасних рубок догляду, що призводить до збільшення економічних витрат на підтримання ПЛС у належному стані. Тому в цих умовах недоцільно використовувати порослеве поновлення деревних і чагарникових видів для формування ПЛС.

Доведено можливість і доцільність використання космічних знімків Google Earth та Microsoft Bing для оцінювання таких показників лісових смуг, як протяжність, ширина, рядність, збереженість рядів або випадіння частини дерев тощо.

Для підвищення берегоукріплювальної ролі прируслових лісових смуг їхню ширину доцільно визначати, виходячи з розрахунку показників стійкості берегів річок до розмивання, допустимої швидкості потоку, питомої потужності річки за методикою, що наводиться.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Bojko, T. Gh., Ruda, M. V., Kazymyra, I. Ya., Paslavskyi M. M., Sokolov, S. O., Petrenko S. V. 2019. Znachennia ekotoniv zakhysnoho typu u zmenshenni akustychnoho navantazhennia na shliakhakh zaliznychnoho transportu [The role of protected type ecotones to redue acoustic loading on the railways]. Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny [Scientific Bulletin of UNFU], 29(6): 58 –66 (in Ukrainian).

Bolshakov, V. A. (Ed.). 1977. Spravochnik po gidravlike [Hydraulics Handbook]. Kyiv, p. 70–97 (in Russian).

Filchagov, L. P. and Polishchuk, V. V. 1989. Vozrozhdeniye malykh rek [The revival of small rivers]. Kyiv, Urozhay, p. 69–71. (in Russian).

Furdychko, O. I., Gladun, G. B., Lavrov, V. V. 2006. Lis u stepu: osnovy stalogo rozvitku [Forest in steppe: foundations of sustainable development]. Kyiv, 496 p. (in Ukrainian).

Furdychko, O. I. and Stadnyk, A. P. 2008. Lisovi melioratsiyi yak osnovnyi faktor stabilizatsii stepovykh ecosystem [Forest reclamation as a major factor in the stabilization of steppe ecosystems]. Ekolohiia ta noosferolohiia [Ecology and Noospherology], 19(3–4): 13–24 (in Ukrainian).

Gladun, G. B. and Gladun, Y. G. 2013. Zakhyst avtomobilnykh dorih lisovymy nasadzhenniamy liniynoho typu ta yikhni prohnozni obsiahy [Protection of motor roads by forest stands of linear type and projected volumes of the stands]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 123: 103–113 (in Ukrainian).

Hladun, H. B., Osypchuk, S. O., Demianenko, L. V., Solomakha, N. H., Hladun, Yu.,H. 2014. Lisomelioratyvne rayonuvannya Ukrayiny. Kharkiv, 35 p. (in Ukrainian).

Instruktsiya po proyektirovaniyu i vyrashchivaniyu zashchitnykh lesnykh nasazhdeniy na zemlyakh selskokhozyaystvennykh predpriyatiy Ukrainskoy SSR [Instructions for design and cultivation of protective forest stands on lands of agricultural enterprises of the Ukrainian SSR]. 1979. Kyiv, Ministry of Agriculture, 39 p. (in Russian).

Ivonin, V. M. 2004. Lesnyye melioratsii landshaftov: Uchebnoye posobiye dlya vuzov [Forest Land Reclamation of Landscapes: A Textbook for High Schools]. Rostov-na-Donu, SKNTS VSH, 280 p. (in Russian).

Jose, S. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. Agroforest Syst., 76: 1–10. https://doi.org/10.1007/s10457-009-9229-7

Konstantinov, A. R. and Struzer, L. R. 1974. Lesnyye polosy i urozhay [Forest belts and harvest]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 216 p. (in Russian).

Koptyev, V. I. and Lishenko, A. A. 1989. Polezakhysne lisorozvedennya [Field-protective afforestation]. Kyiv, Urozhay, 168 p. (in Ukrainian).

Kulik, K. N., Zubov, A. R., Zykov, I. G., Zubov, A. A. 2018. Metodologiya izucheniya erozionnykh protsessov v lesoagrarnykh i tekhnogennykh landshaftakh [Methodology for the study of erosion processes in forest-agricultural and technogenic landscapes]. Volgograd, FNTS agroekologii RAN, 252 p. (in Russian).

Levkivskyy, S. S., Khilchevskyy, V. K., Obodovskyy, O. G. et al. 2000. Zahalna hidrolohiia: Pidruchnyk [General hydrology: A textbook.]. Kyiv, Fitosotsiotsentr, 264 p. (in Ukrainian).

Luchsheva, A. A. 1976. Prakticheskaya gidrologiya [Practical hydrology]. Leningrad, Gidrometizdat, 439 p. (in Russian).

Neoneta, O. O. 2012. Vplyv lisovykh smuh riznoi konstruktsii na shvydkist vitru ta vrozhai silskohospodarskoi produktsii [Influence of forest belts of different construction on wind speed and yield of agricultural crops]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 120: 75–79 (in Ukrainian).

Pavlovskiy, Ye. S. (Ed.). 1986. Zashchitnoye lesorazvedeniye v SSSR [Protective afforestation in the USSR]. Moskow, Agropromizdat, p. 57. (in Russian).

Sidorenko, S. V. and Bila, Yu. M. 2017. Osoblyvosti rozpodilu snihu i volohy pid vplyvom polezakhysnykh lisovykh smuh shchilnoi konstruktsii [Features of snow and moisture distribution under the influence of shelter belts of dense construction]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 131: 104–112 (in Ukrainian).

Smalko, Ya. A. 1963. Vetrozashchitnyye osobennosti lesnykh polos razlichnykh konstruktsiy [Wind-sheltering features of forest strips of various designs]. Kyiv, Gosselkhozizdat USSR, p. 147–157 (in Russian).

Strelchuk, L. M. 2015. Polezakhysne lisorozvedennia u Khersonskii oblasti: stan ta perspektyvy [Field-protective afforestation in Kherson region: State and prospects]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 127: 124–130 (in Ukrainian).

Strelchyuk, L. M. and Boiko, T. O. 2015. The current state of the shelter belts of Kherson Region (Ukraine). Chornomorsk. bot. z., 11 (3): 373–378 (in Ukrainian). doi:10.14255/2308-9628/15.113/10

Vysotska, N. Y., Sydorenko, S. V., Sydorenko, S. H. 2018. Vplyv rekreatsii na stan i strukturu polezakhysnykh lisovykh smuh [Recreational influence on the condition and structure of forest shelter belts]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 132: 84–93 (in Ukrainian).

Yerusalimskiy, V. I. 2010. Lesorazvedenie v stepi (plany, realizatsiya, istoricheskie paralleli) [Forestation in the steppe (plans, implementation, historical parallels)]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry], 1. 14–16.

Yukhnovsky, V. Yu. and Gladun, G. B. 2015. Zakonodavcho-pravove zabezpechennia implementatsii kontseptsii ahrolisomelioratsii v Ukrayini [Legislative framework of agroforestry concept implementation in Ukraine]. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 13: 32–37 (in Ukrainian).

Zubov, A. R. 1988. Effektivnost stokoreguliruyushchikh lesnykh polos i protivoerozionnykh gidrotekhnicheskikh sooruzheniy v Donbasse [Efficiency of stock-regulating forest belts and anti-erosion hydraulic structures in the Donbass]. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata s.-h. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Volgograd, 18 p. (in Russian).

Zubova, L. G. 2013. Osnovy matematicheskoy obrabotki eksperimentalnykh dannykh: uchebnoye posobiye [Fundamentals of mathematical processing of experimental data: a training manual]. Lugansk, Noulidzh, 60 p. (in Russian).

Zubov, A. O. and Zubov, O. R. 2019. Zviazok vlastyvostei hruntiv z yikh erodovanistiu [Relation of soil properties with their erodibility]. Ahroekolohichnyi zhurnal [Agroecological Journal], 3: 42–53 (in Ukrainian).

Zubov, A. R. and Zubova, L. G. 2017. Gidrologicheskiye osobennosti rek basseynov Chernogo i Azovskogo morey: [Hydrological features of the rivers of the basins of the Black and Azov Seas]. Lugansk, Noulidzh, 252 p. (in Russian).

Zubov, A. R., Zykov, I. G., Tarariko, A. G. 2010. Formirovaniye erozionno-ustoychivykh agrolandshaftov v basseyne Severskogo Dontsa [Formation of erosion-resistant agrolandscapes in the basin of the Seversky Donets]. Volgograd, GNU VNIALMI, 240 p. (in Russian).

Zykov, I. G. 2002. Agrolesomeliorativnoye obustroystvo vodosborov pri adaptivno-landshaftnoy sisteme zemledeliya [Agroforestry and drainage arrangement of watersheds with adaptive landscape farming system]. Zbirnyk naukovykh prats Luganskoho NAU, 19/31: 64–71 (in Russian).

Vysotska N. Yu.[1], Zubov O. R.[1], Zubova L. H.[1], Fomin V. I.[2]

STATE OF THE PROTECTIVE FOREST BELTS OF VARIOUS PURPOSES IN THE OLESHKY DISTRICT OF KHERSON REGION

[1]*Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky*,
[2]*State Enterprise "Steppe Branch of URIFFM named after V. M. Vinogradov"*

The article presents results of the analysis of the state of protective forest belts of various purposes in Oleshky district of Kherson Region. The distribution of land occupied by shelterbelts is specified depending on the main species, its age and construction of the belt. The possibility of using high-resolution satellite images for the analysis of the presence of shelterbelts, defining their length and protective effect has been proved. By analyzing satellite images, it was found that the average distance between the shelterbelts in Oleshky district is about 550 m (min = 225 m; max = 860 m). The results of the analysis of the state of both the protective forest belts along the highway between Kherson and Oleshky and the forest belt near the riverbed of the river Konka in Oleshky are presented. The results of the statistical processing of mensuration data on poplars in both forest belts are given. On the example of the Konka River, a methodology for calculating the width of the riverbank protective construction of a forest belt near a riverbed is shown.

Key words: agrolandscape, drought, deflation, protective forest belt, riverbank erosion protection.

Высоцкая Н. Ю.[1], Зубов А. Р.[1], Зубова Л. Г.[1], Фомин В. И.[2]

СОСТОЯНИЕ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ОЛЕШКОВСКОМ РАЙОНЕ ХЕРСОНСКОЙ ОБЛАСТИ

[1]*Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации имени Г. Н. Высоцкого*
[2]*ГП «Степной им. В. М. Виноградова филиал УкрНИИЛХА»*

Приведены результаты анализа состояния защитных лесных полос различного назначения в Алешковском районе Херсонской области. Охарактеризовано распределение земель, занятых полезащитными лесными полосами, в зависимости от главной породы, ее возраста и конструкции полосы. Доказана возможность использования спутниковых снимков высокого разрешения для анализа наличия полезащитных лесных полос, определения их протяженности и защитного воздействия. Путем анализа космических снимков установлено, что среднее расстояние между полезащитными лесными полосами в Алешковском районе составляет около 550 м (min = 225 м; max = 860 м). Даны результаты анализа состояния защитной лесополосы вдоль автомагистрали между городами Херсон и Алешки и прирусловой лесополосы вдоль реки Конка в Алешках. Приведены результаты статистической обработки данных таксационных показателей тополей в обеих лесных полосах. На примере реки Конка показана методика расчета ширины берегоукрепительной ленты прирусловой лесополосы.

Ключевые слова: агроландшафт, засуха, дефляция, защитные лесные полосы, защита берегов от размывания

E-mail: vysotska@uriffm.org.ua; zuboval195@gmail.com; stepfilial@ukr.net

Одержано редколегією 22.10.2019

УДК 630.902

https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.98

О. Р. ЗУБОВ[1], Л. Г. ЗУБОВА[1], О. І. ГЛОД[2], І. В. ТИМОЩУК[2], В. Є. ТКАЧЕНКО[2]

ОЦІНКА КЛІМАТИЧНИХ І ҐРУНТОВИХ УМОВ ЗАКАЗНИКА «УРОЧИЩЕ “САГИ”»

[1]Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького
[2]ДП «Степовий ім. В. М. Виноградова філіал УкрНДІЛГА»

Наведені результати дослідження кліматичних і ґрунтових умов Нижньодніпровських пісків на прикладі заказника «Урочище “Саги”». Визначено структуру клімату в погодах, презентовано новий метод побудови результівного вектору рози перенесення. Розраховано статистичні показники діаметра стовбурів берези дніпровської (*Betula borysthenica* Klokov). Досліджено будову ґрунтового профілю в трьох характерних точках мезорельєфу території – на вершині дюни, у її підніжжя та в березовій куртині в одному із замкнених понижень дефляційного походження. Визначено твердість ґрунту, яка з глибиною до 14 см збільшується до 37 кг·см$^{-2}$, що є ознакою складних умов проростання насіння та проникнення коріння в ґрунт. Об’ємна маса досягає 1,7 г·см$^{-3}$. За гранулометричним складом ґрунти характеризуються середньою крупністю , є однорідними. Коефіцієнт фільтрації в досліджуваних точках варіює від 2,5 до 11,3 мм·хв$^{-1}$. Встановлено, що навіть розріджена суха трав’яниста рослинність за небезпечних поривів вітру швидкістю до 13,2 м·с$^{-1}$ на висоті 2 м знижує його швидкість на висоті 8 см до 2,3 м·с$^{-1}$.

К л ю ч о в і с л о в а : піщані ґрунти, дефляція, кліматичні умови, водно-фізичні властивості, твердість ґрунту.

Вступ. В умовах сучасного антропогенного навантаження на природу дуже важливим є збереження біологічного різноманіття природних ландшафтів у їхньому первісному стані. Необхідні для збереження умови можуть бути забезпечені тільки в природно-заповідному фонді (ПЗФ). Об’єкти ПЗФ у Херсонській області представлені двома біосферними заповідниками, одним національним парком, 5 заказниками загальнодержавного значення, одним дендрологічним парком загальнодержавного значення, 11 заказниками місцевого значення, 10 заповідними урочищами місцевого значення, 32 пам’ятками природи місцевого значення, 12 парками-пам’ятками садово-паркового мистецтва місцевого значення (Boyko & Chornyy 2001). Однією з таких територій є заказник «Саги», який є частиною Нижньодніпровських (Олешківських) пісків – піщаного масиву, що складається з Каховської, Козачелагерної, Олешківської, Виноградівської, Чулаківської, Іванівської та Кінбурнської арен. Територія цих давніх піщаних відкладень простягається до 40 км із півночі на південь і до 150 км із заходу на схід уздовж лівого берега Дніпра, її площа з урахуванням міжаренних ділянок становить 2085 км^2. Нижньодніпровські піски часто називають пустелею, але до XIX віку ці землі були вкриті лісовою та трав’янистою рослинністю. Надмірне випасання худоби знищило цей покрив. Унаслідок втрати захисного рослинного покриву піщані ґрунти отримали здатність до пересування вітром у вигляді типово пустельної грядової форми. Окремі гряди (дюни) та бугри («кучугури») сягають висоти 5 м і більше.

Піщані запустелені території є осередком негативного впливу на навколишні землі не тільки через їхню здатність до розширення. Піщані ґрунти легко підлягають дефляції. Під час падіння великих часток піску під гострим кутом до земної поверхні відбувається засипання та пошкодження (засікання) сільськогосподарських культур, особливо їхніх сходів, а найдрібніші частки забруднюють повітря, спричинюючи небезпечні захворювання органів дихання.

Свого часу (переважно з 1949 по 1980-ті рр.) штучно створені лісові насадження зупинили наступ рухомих пісків із піщаних арен на населені пункти та угіддя Олешшя (Shlapak 2003, Shevchuk et al. 2012, Fomin et al. 2017, Migunova 2017), але деяку частину природних ландшафтів, яка існувала тут у попередні роки, збережено як пам’ятку.

Актуальним питанням є прогнозування поведінки пісків у майбутньому та роль різних видів рослинності в стабілізації природних процесів.

Мета проведених досліджень – оцінити ґрунтові та мікрокліматичні умови Нижньодніпровських пісків на прикладі заказника «Урочище “Саги”».

Матеріали й методи. Об'єктом досліджень є ландшафтний заказник загальнодержавного значення «Урочище "Саги"», який створено в 1974 р. на території Нижньодніпровської терасово-дельтової низовини в Причорноморсько-Приазовській сухостеповій провінції сухостепової підзони степової зони Східно-Європейської рівнини з метою збереження цінного типового природного ландшафту, характерного для Нижньодніпровських пісків. Заказник розташований у Дослідному лісництві Степового ім. В. М. Виноградова філіалу УкрНДІЛГА. Загальна площа заказника становить 500 га, вкрита лісом площа – 117,6 га, зокрема сосна займає 86,6 га, береза – 24,8 га, вільха –4,7 га. Незімкнені культури займають 2,0 га, озера – 0,2 га, болота – 11,6 га. Переважну частину площі (386,8 га) вкривають піски. Штучні соснові насадження обмежують піщаний масив, стримуючи його розширення, але всередині його захист від грядової форми руху пісків і дефляції цілком залежить від здатності трав'яної рослинності протидіяти цим процесам.

Середня висота місцевості над рівнем моря – 11,3 м, максимальна – 15,9 м. Ґрунти дернові піщані та глинисто-піщані. Ґрунтоутворювальна порода – давньо-алювіальні піски (Hetman 2016). Загальна кількість видів природної флори на території заказника становить 194, з них ендеміків – 45, судинних рослин – 149. Кількість видів відкритого ґрунту становить 102, зокрема аборигенні: дерева, чагарники, ліани – 17; трави – 85 видів. Кількість видів рослин, занесених до Європейського Червоного списку, становить 25, до Червоної книги України – 20. Тип лісорослинних умов заказника – A_1.

У «Положенні про заказник загальнодержавного значення "Саги"», розробленому в Степовому ім. В. М. Виноградова філіалі УкрНДІЛГА у 2008 р., основне завдання заказника сформульовано як «зберігання в природному стані типової для Нижньодніпровських пісків ділянки природи з її унікальними природними об'єктами: первинним піщаним степом, аборигенною трав'яною рослинністю, характерним рельєфом, гайковими й штучними насадженнями хвойних і листяних порід, озерами, місцями гніздування птахів, перебуванням іншої корисної фауни, забезпечення охорони та раціонального використання природних ресурсів, підтримання загального екологічного балансу в регіоні; створення умов для відпочинку людей у місцях, відведених для цієї мети». Заказник можна використовувати в освітньо-виховних і науково-дослідних цілях. Водночас на його території забороняється будь-яка діяльність, шо не пов'язана з виконанням покладених завдань і загрожує збереженню природних комплексів.

Програма дослідження включала аналіз кліматичних умов, дослідження водно-фізичних і механічних властивостей ґрунтів. За дослідні ділянки були обрані три найбільш типові форми мезорельєфу заказника: 1) верхівка однієї з дюн, 2) западина між нею та суміжною дюною, 3) куртина з високою густою осоковою рослинністю та березами, розташована в одному з понижень, що утворилися внаслідок видування піщаного ґрунту вітром.

Як методи дослідження використано аналіз метеорологічної інформації за літературними джерелами та інтернет-ресурсами (Meteopost 2019, Gismeteo 2019), натурні польові дослідження з використанням загальноприйнятих методів таксаційних вимірювань (Anuchin 1977) і ґрунтових фізичних досліджень (Shein & Goncharov 2006).

Окрім стандартних метеорологічних показників для оцінювання кліматичних умов заказника «Саги» використовували класифікацію погод (Fedorov & Baranov 1949), за якою побудовано графік структури клімату в погодах. Оцінювали ступінь суворості погоди взимку за формулою Бодмана (1) (Metodicheskiye rekomendatsii 2000):

$$S = (1 - 0{,}04t)(1 + 0{,}272v), \quad (1)$$

де S – індекс суворості, бали;
t – температура повітря, °С;
v – швидкість вітру, м·с$^{-1}$.

Для екологічної характеристики переважання в атмосфері процесів концентрації або розсіювання шкідливих речовин на рік визначено метеорологічний потенціал атмосфери (МПА) за формулою (2) (Myahchenko 2010):

$$МПА = (P_ш + P_т)/(P_о + P_в), \quad (2)$$

де всі показники характеризують повторюваність днів у відсотках: $P_ш$ – зі швидкістю вітру 0 –1 м·с$^{-1}$, $P_т$ – із туманами, $P_о$ – з опадами 0,5 мм та більше, $P_в$ – із швидкістю вітру 5 м·с$^{-1}$ та більше. Якщо МПА більше 1, то в атмосфері переважають процеси накопичення, якщо менше 1, переважають процеси самоочищення атмосфери.

Окрім оцінювання переважного напрямку вітру, зробленого з використанням рози вітрів за літературними джерелами (Okhremenko & Chernyshova 2018), будували розу перенесення, яка дає змогу виявити, в якому напрямку й з якою швидкістю відбувається перенесення повітряної маси за певний час. Розу будують на певну дату для 11 попередніх днів. Згідно з методикою (Vrublevska et al. 2004), для цього насамперед визначають суму кількості випадків і суму швидкостей вітру кожного з восьми румбів за досліджуваний період.

Потенційний приріст органічної речовини *J* в умовах Херсонської області визначено за формулою Х. Паттерсона (3) (Anuchin 1977):

$$J = T_v p G \varepsilon/(T_a 12 \times 100), \quad (3)$$

де T_v – середня температура найтеплішого місяця, °С;

T_a – різниця (амплітуда) середніх температур найтеплішого й найхолоднішого місяців;

p – середня кількість опадів за рік, мм;

G – тривалість періоду вегетації, місяці;

ε – редукційний фактор випаровування, що залежить від широти місця, яке досліджують, та характеризується співвідношенням (%) сонячної радіації на полюсі й у цьому місці.

Якщо індекс становить від 26 до 100, поточний приріст за запасом варіює від 0 до 3 м^3·га$^{-1}$, якщо від 101 до 300 – в інтервалі 3–6 м^3·га$^{-1}$.

Для вивчення будови ґрунтового профілю викопували розрізи глибиною до 0,7 м у трьох обраних характерних точках мезорельєфу території заказника. Для визначення твердості ґрунту використано твердомір Ревякіна з пласким плунжером площею 2 см^2. Гранулометричний склад ґрунту визначали методом сухого розсіювання зразків ґрунту, використовуючи набір ґрунтових сит та електронні ваги.

Для визначення неоднорідності ґрунту будували сумарну криву гранулометричного складу: на осі абсцис графіка відкладали діаметри часток, на осі ординат – вміст часток у %, діаметр яких менше зазначеного на осі абсцис. Коефіцієнт неоднорідності ґрунту розраховували за формулою:

$$K_{60/10} = d_{60}/d_{10}, \quad (4)$$

де d_{60} – діаметр часток у мм, частки з діаметром менше за який у цьому ґрунті становлять 60 % за масою;

d_{10} – діаметр, частки з діаметром менше за який становлять 10 % за масою.

Для визначення кута природного укосу піщаного ґрунту використано ящик Кулона з двома відсіками, розділеними пересувною вертикальною планкою. Опустивши планку, у менший із відсіків насипають сухий ґрунт. Коли піднімають планку, ґрунт зсипається в другий відсік, а його поверхня отримує нахил із кутом α, який приймають за кут природного укосу.

Для визначення об’ємної маси ґрунту та виявлення її можливих особливостей використовували сталеву трубку з гострим краєм завдовжки 78,5 мм і діаметром 38,5 мм.

Трубку вдавлювали в ґрунт на глибинах 0–10, 10–20 та 20–30 см, відбираючи проби об'ємом 91,4 см^3. У лабораторії проби висушували в термостаті, потім зважували. Діленням маси проб на їхній об'єм визначили об'ємну масу ґрунту різних елементів ландшафту на різних глибинах.

Для оцінювання відмінностей у вологості ґрунту на досліджуваних ділянках та на глибині загальновідомим термостатно-ваговим методом у характерних точках у розрізах відбирали проби ґрунту в бюкси через 10 см до глибини 50–70 см.

Температуру поверхні ґрунту вимірювали інфрачервоним термометром. Температуру повітря й швидкість вітру оцінювали за допомогою портативного електронного анемометра RZ GM 8908 пропелерного типу з термопарою.

Для визначення коефіцієнта фільтрації ґрунту використано метод трубок (Shein & Goncharov 2006). Сталеві трубки з гострим краєм вдавлювали в ґрунт на 40 мм, наповнювали водою та після зниження її рівня на певну висоту ΔH (30–35 мм) відновлювали рівень до початкового стану, підливаючи нову порцію води. Тривалість дослідів становила 15–30 хвилин. Інтенсивність усотування V, мм·хв$^{-1}$, визначали за формулою (5):

$$V = \Delta H/\Delta t, \quad (5)$$

де Δt – проміжок часу, хв., за який рівень води знижувався на висоту ΔH, мм.

Висоту деревної рослинності визначали з використанням екліметра з відстані 20 м, діаметр стовбурів – за допомогою мірної вилки.

Математичну обробку таксаційних даних виконували з використанням стандартних методів математико-статистичного аналізу (Zubova 2013). Перевірку однорідності виконували за *t*-критерієм Стьюдента, достовірності – за методом спрямлених діаграм. За формулами, наведеними в посібнику, розраховували частоти n повторюваності значень діаметрів стовбурів Y_i, накопичені частоти N_i та відносні накопичені частоти P_i , %. За останніми розраховували квантилі u_{pi}. Точки з координатами Y_i та u_{pi} виносили на графік та оцінювали їхнє відхилення від прямої лінії.

Результати та обговорення.

1. Оцінювання кліматичних умов заказника «Саги». У результаті аналізу змін клімату сухостепової зони України за 70 років (Beznytska 2017) виділено два основних періоди формування середньорічної температури атмосферного повітря в Херсонській області: 1945–1988 рр. – 9,7°С; 1989–2015 рр. – 10,7°С та три періоди формування атмосферних опадів: 1945–1970 рр. – 352,7 мм, 1971–1995 рр. – 438,4 мм, 1996–2015 рр. – 441,1 мм. Отже, як температура, так і кількість опадів із часом збільшуються. Унаслідок сильного прогрівання пісків та формування висхідних рухів повітря кількість опадів на території арен відрізняється в меншу сторону (Okhremenko & Chernyshova 2018), але, все одно, до поширеної думки про можливість віднесення Нижньодніпровських пісків до пустелі та навіть напівпустелі можна поставитися, на наш погляд, із сумнівом, оскільки ознакою останньої є річні опади 100–300 мм, а відсутність природних лісів, яка є іншою ознакою напівпустель, тут, як відомо (Shlapak 2003, Shevchuk et al. 2012, Hranovska 2019), має антропогенний характер. Згідно із (Safronova 2019), для цієї території більше підходить назва «спустелений степ».

Малопоширеним у літературі, але гідним уваги підходом до оцінювання клімату будь-якої місцевості є аналіз його структури в погодах згідно з їхньою класифікацією, що охоплює такі 14 класів (Fedorov & 1949).

Безморозні погоди: I клас – сонячна, спекотна й суха, без опадів погода; II клас – малохмарна, сонячна, тепла, помірно волога, без опадів погода; III клас – хмарна вдень і малохмарна вночі, тепла, волога погода; IV клас (а – без опадів, б – з опадами) – сонячна вдень і хмарна вночі, тепла й волога погода; V клас (а – без опадів, б – з опадами) – хмарна вдень і вночі, без істотних опадів, тепла або прохолодна, волога погода; VI клас – похмура

вдень і вночі, з опадами понад 1 мм, тепла або прохолодна, волога та дуже волога, дощова погода.

Погоди з переходом протягом доби температури повітря через 0°С: VII клас – вдень хмарна, переважно з опадами, погода; VIII клас – малохмарна вдень, переважно без опадів, сонячна погода.

Морозні погоди: IX клас – слабко морозна погода; X клас – помірно морозна погода; XI клас – значно морозна погода; XII клас – сильно морозна погода; XIII клас – морозна погода з вітром; XIV – морозна сонячна погода.

Відповідно до вищенаведених класів побудовано графік структури клімату в погодах за 2018 р. для урочища «Саги» (рис. 1). Як бачимо, в кліматі заказника відсутні погоди XI–XIV класів.

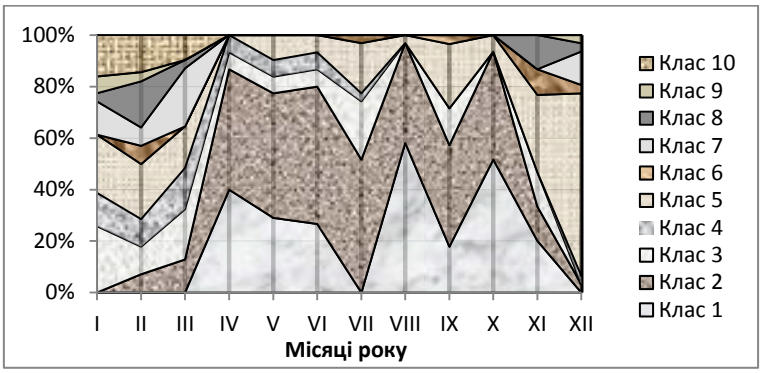


Рис. 1 - Структура клімату в погодах у 2018 р. для урочища «Саги»

За формулою Бодмана визначили ступінь суворості погоди взимку 2018–2019 рр.:

$$S = (1 - 0{,}04 \cdot 0{,}99)(1 + 0{,}272 \cdot 4{,}08) = 2{,}03 \text{ бала.}$$

За шкалою Бодмана при $S < 1{,}0$ зима несувора, м'яка; при $S = 1{,}0–2{,}0$ – малосувора; 2,1–3,0 – помірно-сувора; 3,1–4,0 – сувора; 4,1–5,0 – дуже сувора; 5,1–6,0 – жорстко сувора; при $S > 6$ – зима вкрай сувора (Bodman's weather severity index 2018). Отже, згідно з розрахунками, зима 2018–2019 рр. в Олешках була помірно суворою.

Згідно з публікацією (Okhremenko & Chernyshova 2018), у холодний період року переважають північно-східні та східні вітри, навесні – східні, влітку переважають вітри із заходу. Наш аналіз роз вітрів за 2009, 2013 та 2017 рр. для Олешківських пісків, наведених у цій праці, та підрахунки свідчать, що загалом за рік вони є досить симетричними. Межі діапазону варіювання відносної повторюваності за рік – від 8–9,5 % (південно-східні вітри) до 14–17 % (північно-східні вітри), тобто максимальне відносне відхилення від середньої повторюваності (12,5 %) не перевищує ±36 %. Переважаючому напрямку вітру відповідає й напрямок основних лісосмуг (із півночі-заходу на південь-схід, із відхиленням 10–30° від меридіана.

Максимальна швидкість вітру, найбільша кількість бур і найінтенсивніше пересування піску (Opokov 1926, Okhremenko & Chernyshova 2018) реєструються у березні, квітні та першій декаді травня. Найбільшу кількість днів зі швидкістю вітру 10–14 $м \cdot с^{-1}$ фіксують у другій декаді квітня, а вітри такої швидкості повторюються майже щорічно. Цьому ж періоду року притаманні й піщані бурі, коли швидкість вітру сягає 20–25 $м \cdot с^{-1}$, а окремі пориви можуть бути 30–32 $м \cdot с^{-1}$.

Одним із важливих екологічних показників клімату є метеорологічний потенціал атмосфери (МПА). Оскільки за розрахунком МПА = (24 + 45)/(60 + 58) = 0,585 < 1, на території заказника «Саги» протягом 2018 р. переважали процеси самоочищення.

У таблиці 1 наведено вихідні дані, що використані для розрахунку рози перенесення та її результівного вектора (на 12.09.2019). У таблиці 2 здійснено попарне складання значень

протилежних векторів *с*, причому вектор кожної суми спрямований убік напрямку вітру, що має меншу швидкість. Потім, згідно з (Vrublevska et al. 2004), виконано графічне складання векторів за правилом багатокутника. У результаті отримали один рівнодійний вектор, який показує напрямок результівного перенесення, а його величина (в масштабі рисунка) – сумарне перенесення за всіма напрямками (без штилів).

Таблиця 1

Суми кількості випадків напрямків та швидкостей вітру за румбами

Пн		ПнС		С		ПдС		Пд		ПдЗ		З		ПнЗ		Ш
кв	*с*	*кв*	*с*	*кв*	*с*	*кв*	*с*	*кв*	*с*	*кв*	*с*	*кв*	*с*	*кв*	*с*	
1	3	1	2	6	27	0	0	1	2	1	3	0	0	1	6	0

Примітка. Пн – північ; ПнС – північний схід; С – схід; ПдС – південний схід; Пд – південь; ПдЗ – південний захід; З – захід; ПнЗ – північний захід; *кв* – кількість випадків конкретного напрямку вітру, *с* – середня швидкість вітру даного румбу.

Таблиця 2

Допоміжна таблиця розрахунку рози перенесення

Показник	Пари векторів ***с***, що сумуються; їхні румби та румби векторів їхньої суми								Абсциса та ордината кінця результівного вектора перенесення, м·с$^{-1}$
№ пари	1		2		3		4		
Румби	Пн	Пд	ПнС	ПдЗ	С	З	ПдС	ПнЗ	
Значення ***с***	3	2	2	3	27	0	0	6	
Суми ***с***	–	1	1	–	–	27	6	–	
Координати кінців векторів сум ***с***	X_i	0	0,71	–	–	-27	4,26	–	$X_р = \Sigma X_i$ = -22,03
	Y_i	-1	0,71	–	–	0	-4,26	–	$Y_р = \Sigma Y_i$ = -4,55
Кут румбу r = arctg (X/Y) відносно найближчого напрямку меридіану:									r = 78,3°
Напрямок перенесення:									ЗЗПд

Середню швидкість (середнє перенесення) визначають шляхом ділення довжини результівного вектора на загальну кількість випадків із вітром за досліджуваний період.

Ми пропонуємо точніший, ніж графічний, – аналітичний метод побудови результівного вектора. За ним знаходять координати кінця результівного вектора $X_р$ та $Y_р$ шляхом складання не самих векторів, а їхніх проєкцій на осі X_i та Y_i, як показано в таблиці 2.

Визначено, що, оскільки обидві координати є від'ємними, вектор знаходиться у чверті ПдЗ, а його румб у градусній мірі відносно південного напрямку меридіану дорівнює 78,3°.

За досліджуваний період (1.09–11.09.2019) довжина результівного вектора дорівнює $(X^2 + Y^2)^{0,5}$ = 22,5 м·с$^{-1}$. Ця величина була отримана в результаті складання 11 випадків із вітром, отже середнє перенесення становить 22,5 : 11 = 2,1 м·с$^{-1}$. Отже, за досліджуваний період перенесення повітряної маси відбувалося на південний захід – захід зі швидкістю 2,1 м·с$^{-1}$.

Підставляючи у формулу Х. Паттерсона значення її множників – середню температуру найтеплішого місяця (липня) – 22,5°С, різницю температур липня й січня – 25,2°С, середню кількість опадів за рік – 400 мм, тривалість вегетації – 6 місяців, редукційний фактор – 50 %, визначили, що емпіричний індекс становить для Херсонської області 89. Тобто приріст за запасом досягає 3 м^3·га$^{-1}$.

2. Характеристика деревної рослинності заказника «Саги». Результати статистичної обробки даних щодо діаметра стовбура берези дніпровської (*Betula borysthenica* Klokov) досліджуваної куртини за вибіркою з 25 дерев подано в таблиці 3. Висота найвищих дерев берези сягає 9,5 м.

Таблиця 3

Статистичні показники діаметрів берези дніпровської

Показник та його значення		Показник та його значення	
Середнє арифметичне, см	5,68	Похибка середнього, см	0,4
Дисперсія	4,06	Відносна похибка, %	7,1
Середнє квадратичне відхилення, см	2,02	Довірчий інтервал, см	5,68 ± 0,824

Значення коефіцієнта варіації C_v (35,5), асиметрії A (-0,69) та ексцесу E (19,2) дають змогу висунути гіпотезу про відсутність підпорядкування діаметра дерев берези нормальному закону розподілу. Це не суперечить загальноприйнятим у лісівництві твердженням щодо росту дерев за діаметром і підтверджується за допомогою методу спрямлених діаграм. Під час його використання для значень діаметрів вибірки Y_i згідно із (Zubova 2013) спочатку було розраховано квантилі u_{pi} (табл. 4), а потім за ними побудовано сам графік (рис. 2). Як видно з нього, точки з координатами Y_i та u_{pi} не лежать поблизу прямої, тому є підстави відкинути гіпотезу про нормальний розподіл даних.

Таблиця 4

Визначення відносної накопиченої частоти та квантилів

№ з/п	Значення Y_i	Частоти n_i	Накопичені частоти N_i	Відносні накопичені частоти P_i, %	Квантилі u_{pi}
1	2	4	3,5	14	-1,08
2	4	3	6,5	26	-0,643
3	6	9	15,5	62	0,305
4	7	4	19,5	78	0,772
5	8	5	24,5	98	2,054

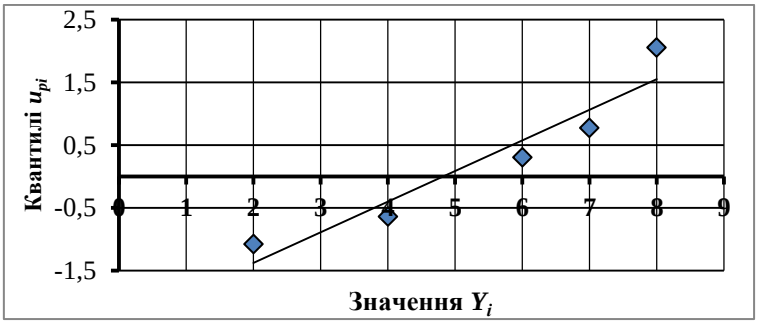


Рис. 2 – Графічна перевірка відповідності даних *Y* закону нормального розподілу

Оцінка стадії дигресії лісових ділянок заказника «Саги». За Л. П. Рисіним (Rysin 1987) рекреаційними слід називати тільки ті ліси, які призначені для відпочинку, підготовлені для нього, та в яких господарство ведеться насамперед заради відпочинку населення.

Оскільки рекреаційні функції можуть частково виконувати ліси й інших категорій, Л. П. Рисін пропонує таку класифікаційну схему:

А. Ліси рекреаційного призначення: а) власне рекреаційні ліси, б) рекреаційні ліси в національних і природних парках, у ландшафтних заказниках.

Б. Ліси, які частково виконують рекреаційні функції (до них належать окремі ділянки лісів захисних, водоохоронних та ін.).

Територія заказника «Саги» не є ізольованою, тому вона виконує й рекреаційні функції.

Залежно від інтенсивності антропогенного впливу, на основі (Rysin 1987) та інших праць, нами виділено п’ять стадій дигресії лісу, де перша стадія – це непорушений ліс (табл. 5).

Як видно, зокрема, з наявності повноцінного осокового трав’яного покриву й відсутності стежок, досліджувана куртина берези дніпровської в заказнику «Саги» характеризується першою стадією дигресії – непорушений ліс.

Таблиця 5

Стадії дигресії лісу та їхні ознаки

1	2	3	4	5
Непорушений ліс. Стежки відсутні. Підстилка й надґрунтовий покрив повноцінні. Умовна висота дерев 100 %.	Площа стежок становить близько 5 % площі. Підстилка в доброму стані. Надґрунтовий покрив слабко порушений. Висота дерев 94 %. Середня твердість ґрунту 8,8 кг·см$^{-2}$.	З'являється мережа стежок. Витоптані майданчики й кострища займають близько 13 % площі. Стан надґрунтового покриву й підстилки середній. Висота дерев 87 %. Середня твердість ґрунту 12,1 кг·см$^{-2}$.	Суцільна мережа стежок, ґрунтових доріг і майданчиків, багато вогнищ і сміття, витоптано близько 23 % площі. Сильно ущільнений ґрунт, надґрунтовий покрив у поганому стані. Висота дерев 82 %. Твердість ґрунту 16,3 кг·см$^{-2}$.	Менше ніж 20 % території зберігає трав'яну рослинність. Ґрунт утрамбований. Надґрунтовий покрив фрагментарний. Висота дерев 75 %. Середня твердість ґрунту 19,3 кг·см$^{-2}$.

3. Оцінювання ґрунтових і водно-фізичних умов заказника «Урочище "Саги"». Дослідження ґрунтових розрізів показало, що найменш виразними ознаками ґрунтоутворення характеризується точка 1 (верхівка дюни). Слабка гумусованість тут помітна лише до глибини 8 см. У точці 2 (підніжжя дюни) під шаром піску до 2 см, який зносить вітер із дюн, є шар різною мірою гумусованого ґрунту заввишки до 19–22 см. У точці 3 (пониження з куртиною берези та густим осоковим трав'яним покривом) нижня межа гумусованості є такою ж, але її ступінь, особливо в шарі до 10 см, помітно вищий. До того ж тут набагато більшою є щільність коріння трав.

Твердість піщаного ґрунту є одним із критеріїв оцінювання ступеня дигресії лісу. Крім того, вона характеризує опір ґрунту для проникнення коріння трав'яної та деревної рослинності. Твердість сухого піщаного ґрунту у разі заглиблення плунжера на 1 см у підніжжя дюни (точка 2) – 8 кг·см$^{-2}$, на глибині 5 і 14 см вона зростає до 18 і 37 кг·см$^{-2}$ відповідно (рис. 3). На добре задернованому ґрунті куртини (точка 3) твердість на поверхні (1 см) є більшою – 19 кг·см$^{-2}$, але надалі, внаслідок більшої вологості ґрунту, вона зростає повільніше – до 19 і 23 кг·см$^{-2}$ на глибинах 5 і 14 см відповідно. За цих значень дигресія лісу мала б оцінюватися найвищим рівнем, але висока твердість досліджуваних ґрунтів згідно з (Medvedev 2009) пояснюється високою, як буде показано далі, об'ємною масою, малим вмістом фізичної глини, притаманним піщаним ґрунтам. Отже, показник твердості для визначення дигресії на піщаних ґрунтах використовувати недоцільно, але він характеризує умови заказника як важкі для росту як трав'яної, так і деревної рослинності.

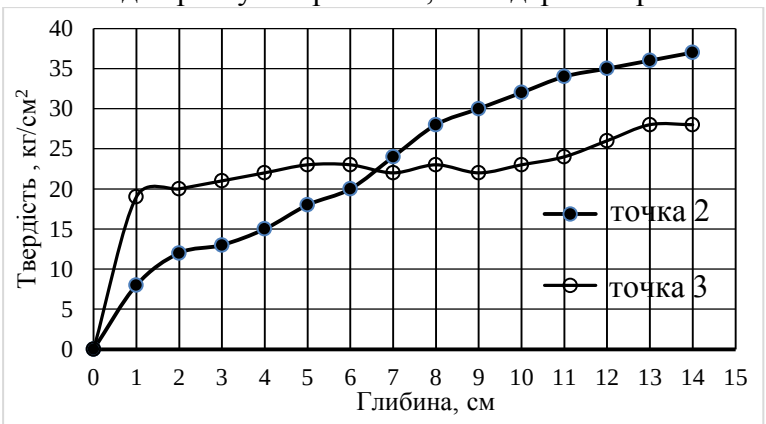


Рис. 3 – Твердограми піщаного ґрунту між дюнами (точка 2) та в куртині (точка 3)

Гранулометричний склад проб, які було відібрано з поверхні ґрунту в точці 1 (табл. 6), показав, що досліджуваний ґрунт належить до пісків із середнім розміром часток.

Таблиця 6

Розподіл фракцій піщаного ґрунту за їхнім масовим вмістом

Межі фракції, мм	Масова частка фракції, %	Частка накопичуваним підсумком, %	Вміст частинок, менших за верхню межу фракції, %
0,5–1	1,76	1,76	100,00
0,25–0,5	65,90	67,66	98,24
0,1–0,25	30,82	98,47	32,35
< 0,1	1,53	100,00	1,53
Сума	100,00	–	–

За даними таблиці 6 побудовано сумарну криву гранулометричного складу (рис. 4).

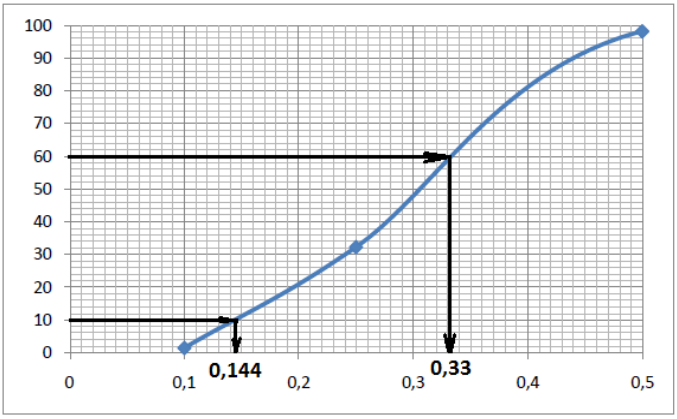


Рис. 4 – Інтегральна крива гранулометричного складу поверхні ґрунту

Як показано на рис. 4, з кривої знято значення d_{60} = 0,330 та d_{10} = 0,144.

Отже, коефіцієнт неоднорідності ґрунту $K_{60/10}$ = 0,330 : 0,144 = 2,31. Оскільки це значення є меншим за 3,9, піщаний ґрунт характеризується як однорідний.

Згідно з дослідженнями, проведеними в УкрНДІЛГА (Ustskiy and Siryk 2017), гранулометричний склад різних горизонтів ґрунту істотно впливає на розвиток соснових насаджень на пісках.

Для пошуку можливих відмінностей у гранулометричному складі сухий розсів виконано для зразків ґрунту всіх досліджуваних точок (табл. 7).

Таблиця 7

Гранулометричний склад ґрунту в характерних точках (у шарі 0–10 см), %

Фракція, мм	Точка 1, верхівка дюни	Точка 2, підніжжя дюни	Точка 3, пониження
1–2	0	0,39	0,00
0,5 –1	1,92	6,04	10,41
0,25–0,5	84,16	68,93	56,57
0,1–0,25	10,20	20,19	29,92
< 0,1	3,72	4,45	3,10
Разом	100,00	100,00	100,00

Ці точки мають парагенетичний (геохімічний та гідрологічний) зв’язок, утворюючи ґрунтову катену. Верхівка дюни є її елювіально-денудаційною ланкою, підніжжя дюни – трансакумулятивною, безстічне пониження з куртиною – акумулятивною. Виходячи з даних табл. 7, спостерігаємо певну тенденцію до збільшення вмісту фракції 0,5–1 мм від точки 1 до точок 2 і 3: від 1,92 до 10,41 %. Збільшується також уміст фракції 0,1–0,25 мм. Уміст фракції 0,25–0,5 мм, навпаки, зменшується.

Кут природного укосу α зразку ґрунту з верхівки дюни (точка 1) дорівнює 30°. Цей кут визначає максимально можливий похил завітреного укосу дюн. Під час руху пісків, який зазвичай має грядову форму, піщинки пересуваються в напрямку вітру вздовж пологого навітряного укосу дюни, а досягнувши її гребня, вільно зсипаються по завітреному укосу до

підніжжя дюни. У разі відсутності руху дюни її укоси поступово стають положистими. Отже, ступінь асиметричності перерізу дюни та відхилення крутішого укосу від кута α є критерієм стабільності дюни або, навпаки, схильності до пересування (окрім випадків доброго закріплення відкосів рослинністю).

Результати визначення об'ємної маси піщаного ґрунту та її відмінності в характерних точках представлені в таблиці 8. Як бачимо, об'ємна маса з глибиною змінюється по-різному. Найменшою вона є в шарі 0–10 см западини (точка 3) – 0,98 г·см$^{-3}$, що пояснюється значною його пронизаністю корінням трави.

Таблиця 8

Пошарова об'ємна маса піщаного ґрунту в дослідних точках

Горизонт, см	Об'ємна маса, г·см$^{-3}$		
	Точка 1	Точка 2	Точка 3
0–10	1,68	1,52	0,98
10–20	1,79	1,69	1,50
20–30	1,59	1,73	1,63
Середнє	1,69	1,65	1,37

Результати визначення вологості ґрунту в досліджуваних точках (рис. 5) свідчать про її дуже низькі значення в точках 1 і 2, що характеризує умови існування рослинності в заказнику – як на верхівці дюн, так і в підніжжі – як важкі.

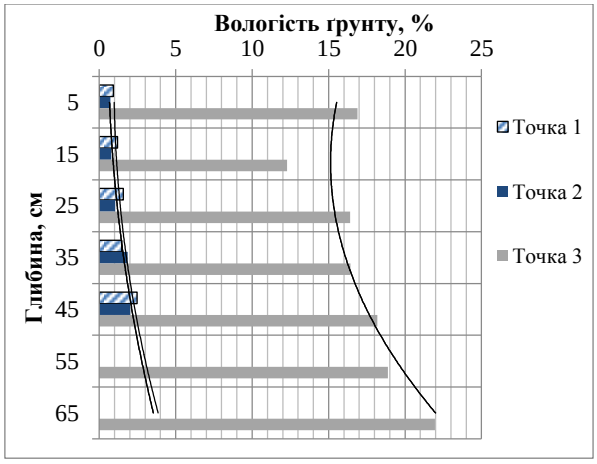


Рис. 5 – Зміна масової вологості ґрунту з глибиною

Виходячи зі значень водних констант Нижньодніпровських пісків (Hranovska 2019), ситуацію з вологістю ґрунту можливо оцінити детальніше. Оскільки найменша вологоємність пісків варіюється від 3,5 до 5,5 %, максимальна гігроскопічність – від 0,33 до 0,48 %, а вологість в'янення – від 0,45 до 0,70 %, можна констатувати, що з глибиною від 0 до 65 см вологість ґрунту в точках 1 і 2 збільшується від рівня, що лише трохи перевищує вологість в'янення, до рівня майже гранично можливого, але теж дуже низького для забезпечення нормальних умов росту рослинності. Запас продуктивної вологи в шарі 0–65 см дорівнює 20,3 мм, або 50 % від потенційно можливого. Зовсім іншою є ситуація в пониженні (точка 3), де вже на глибині 70 см виявляється поверхня ґрунтових вод із вираженим сірководневим запахом. Унаслідок капілярного підняття цих вод вологість ґрунту в 3–4 рази перевищує найменшу вологоємність. Достатня вологозабезпеченість сприяє інтенсивному росту тут трав'яної рослинності, задовільним умовам існування деревної рослинності.

В один із днів досліджень (25.09.2019), о 13-00 температура повітря досягла 33,4°С. Відкрита поверхня ґрунту прогрівалася по-різному: на верхівці дюни та її північному схилі –

до 38,1 та 35°С відповідно, на південному схилі в тіні сухої рослинності та зовні неї – до 39,2 та 48°С.

Дуже важливою характеристикою будь-яких ґрунтів є коефіцієнт фільтрації $K_ф$, який характеризує інтенсивність усталеного усотування води. Він дорівнює витраті води під час її фільтрації в ґрунті, віднесеній до одиниці площі, в одиницю часу за одиничного значення напірного градієнту та має розмірність швидкості усотування води (мм·хв$^{-1}$ або м за добу).

Побудовані графіки залежності інтенсивності усотування від часу з початку надходження води на поверхню ґрунту (рис. 6) свідчать, що найбільшою (11,3 мм·хв$^{-1}$) вона була на верхівці дюни, найнижчою (2,5 мм·хв$^{-1}$) – у її підніжжя. Можливо, це пов'язане із замулюванням пор ґрунту частинками, що відкладаються тут унаслідок дії води та вітру. Висока водопроникність піщаних ґрунтів погіршує умови утримання в них вологи атмосферних опадів, але сприяє її накопиченню у вигляді ґрунтових вод. Позитивну роль у водному балансі піщаних масивів відіграє внутрішньоґрунтова конденсація водяних парів у шарі сухих пісків, які залягають вище рівня ґрунтових вод (Hranovska 2019).

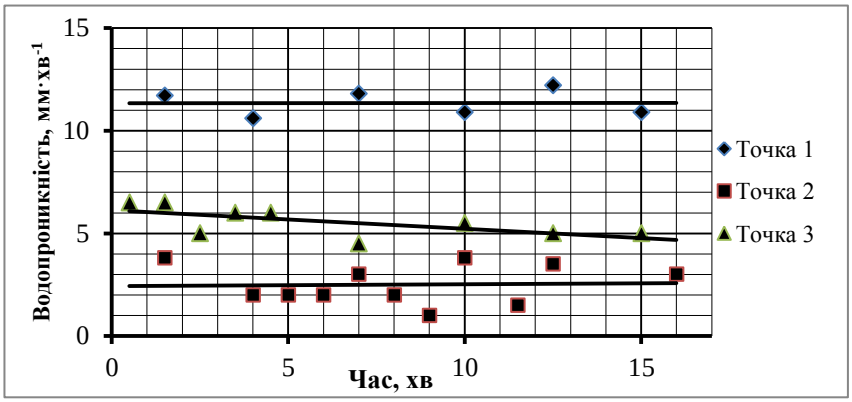


Рис. 6 – Водопроникність ґрунту на верхівці дюни (точка 1), у її підніжжя (точка 2) та в пониженні (точка 3)

Незважаючи на коливання значень водопроникності в часі, її графіки для точок 1 і 2 характеризуються відсутністю тренду до зниження за час проведення дослідів. Отже, отримані дані можна прийняти за коефіцієнти фільтрації в цих точках.

Польовий метод визначення коефіцієнта фільтрації є найбільш достовірним, але не єдиним. Для перевірки можливості орієнтовного, попереднього оцінювання водопроникності пісків за емпіричними формулами, виходячи з їхнього гранулометричного складу, отримані натурні дані було порівняно з результатами використання однієї з них – формули Хазена:

$$K_ф = Cd^2_{10}\tau \text{ м/сут},$$

де C – емпіричний коефіцієнт, що змінюється від 400 до 1200 та приймається залежно від розміру часток піску та його однорідності;

d_{10} – діючий діаметр часток у мм;

τ – температурний коефіцієнт, який залежить від температури води.

За температури води 0–10°С τ змінюється від 0,7 до 1; за температури 11–20°С – від 1,03 до 1,30; за температури 21–30°С – від 1,33 до 1,60.

Формулу використовують для пісків із діаметром його часток 0,1–3,0 мм і коефіцієнтом неоднорідності < 5, отже, для умов заказника вона є прийнятною.

В умовах проведення польових досліджень, тобто за t = 28°С, τ = 1,54.

Отже, за формулою Хазена $K_ф$ = 600·0,17^2·1,54 = 26,7 м за добу = 18,5 мм·хв$^{-1}$. Як бачимо, формула дала вище значення, ніж досліди, але не на порядки, а лише в 1,6 разу. Тому за певного корегування підходів до визначення коефіцієнта C її можна використовувати.

4. Захисна дія рослинності на ґрунтовий покрив заказника «Саги». Рослинність в умовах посушливого клімату та бідних піщаних ґрунтів заказника є доволі зрідженою, тому актуальним є питання, чи здатна вона за відсутності деревної рослинності надійно захищати ґрунти від дефляції та запобігти пересуванню пісків.

Для відповіді на це питання проведено анемометричні дослідження з одночасним використанням трьох анемометрів RZ GM 8908. Фіксували максимальні швидкості вітру під час його поривів у двох дослідах: 1) на висоті 2 і 1 м над ґрунтом на верхівці дюни та висоті 1 м у її підніжжя (табл. 9); 2) на висоті 2 м на дюні та на мінімально можливій висоті (8 см) на ділянках дюни без рослинності площею 1–3 м^2 та серед зрідженої рослинності (табл. 10).

Таблиця 9

Відмінності швидкості вітру залежно від елементу рельєфу та висоти над рівнем ґрунту

№ повторення	Точка 1. Верхівка дюни		Точка 2. Западина між дюнами, 1 м над ґрунтом
	2 м над ґрунтом	1 м над ґрунтом	
1	8	7,3	7,6
2	7,9	7,3	4,0
3	10,7	7,2	6,9
4	7,4	7,3	7,1
Середнє	8,50	7,35	6,64

Таблиця 10

Вітрозахисна здатність рослинності на піщаних ґрунтах заказника «Саги»

№ повторення	Місце, висота вимірювання та швидкість вітру, м·с$^{-1}$		
	2 м над ґрунтом	8 см над ґрунтом	
		ділянка без рослинності	серед рослинності
1	13,5 (100 %)	5,8 (43 %)	1,7 (12,6 %)
2	11,7 (100 %)	4,5 (38,5 %)	2,8 (24,0 %)
3	13,6 (100 %)	5,4 (40 %)	2,4 (17,6 %)
Середнє	12,93 (100 %)	5,23 (40,4 %)	2,30 (17,8 %)

Результати дослідів свідчать, що поряд із закономірними відмінностями між швидкостями вітру на висотах 1 та 2 м над ґрунтом існують різниці між значеннями швидкості вітру на метровій висоті на верхівках дюн та між ними.

Найбільш цікавим є результат стосовно відмінності швидкості вітру над поверхнею ґрунту серед зрідженої рослинності та на відкритих ділянках площею в декілька квадратних метрів проміж ділянок із суцільною рослинністю. У середньому за повтореннями досліду швидкість вітру в траві знижувалася до рівня 17,8 % від значення швидкості на висоті 2 м, а на відкритих ділянках – до 40,4 % (див. табл. 10). Як відомо, через шорсткість підстильної поверхні швидкість вітру зі зниженням висоти над нею знижується за логарифмічним законом (Khromov & Petrosyants 2004). Як показав розрахунок за формулою закону, без наявності рослинності, тобто тільки через шорсткість відкритої піщаної поверхні, швидкість вітру на висоті 8–10 см мала б знизитися до рівня у 68–81 % від швидкості на висоті 2 м, або до 8,8– 10,5 м·с$^{-1}$. Але дія рослинного покриву, як показано вище, приводить до більш істотного зниження швидкості вітру над поверхнею ґрунту – до рівня в 17,8–40,4 % (2,3–5,2 м·с$^{-1}$), який можна вважати відносно безпечним для початку активної фази дефляції.

Висновки. Результати досліджень свідчать про складні умови для рослинності на Нижньодніпровських пісках унаслідок низької потенційної родючості піщаних ґрунтів, їхньої високої щільності, твердості та низької здатності утримувати вологу атмосферних опадів. Унаслідок низької зв'язності піщаних ґрунтів вони є потенційно дуже уразливими до дії вітру, але суцільний трав'яний покрив на пісках здатний знизити швидкість вітру над поверхнею ґрунту до безпечного рівня. Отже, дуже важливим для зберігання піщаних земель є захист рослинного покриву від руйнування технікою або свійськими та дикими тваринами.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Anuchin, N. P. 1977. Lesnaya taksatsiya [Forest Mensuration]. Moscow, Lesnaya Promyshlennost, 512 p. (in Russian).

Beznytska, N. V. 2017. Formuvannia pokaznykiv rodiuchosti i produktivnosti meliorovanykh gruntiv v umovakh rehionalnykh zmin klimatu (na prykladi Khersonskoi oblasti) [Formation of fertility and productivity indicators of reclaimed soils in the context of regional climate change (the case of Kherson Region)]. Dis. na zdobuttya nauk. stupenya kand. s.-kh. nauk [PhD dissertation]. Kherson, 186 p. (in Ukrainian).

Bodman's weather severity index. 2018. [Electronic resource]. Available from: https://ggf.tsu.ru/content/faculty/structure/chair/meteorology/publications/%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F/text/154.html (last accessed date 13.11.2019) (in Russian).

Boyko, M. F. and Chornyy, S. H. 2001. Ekolohiya Khersonshchyny [Ecology of Kherson region]. Kherson, PO "Terra", 156 p. (in Ukrainian).

Fedorov, Ye. Ye. and Baranov, A. I. 1949. Klimat ravniny Yevropeyskoy chasti SSSR v pogodakh [Climate of the plains of the European part of the USSR in weathers]. Moscow, Kolos, 382 p. (in Russian).

Fomin, V. I., Shevchuk, V. V., Tymoshchuk, I. V., Sheihas, I. M. 2017. 90 rokiv zalisennia piskiv [90 years of afforestation]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 130: 3–12 (in Ukrainian).

Gismeteo. 2019. Dnevnik pogody v Novykh Oleshkakh [Gismeteo. Weather diary for Novi Oleshki].[Electronic resource]. Available from: https://gismeteo.ru/diary/98352/ (last accessed date 13.11.2019).

Hetman, V. I. 2016. Ekoloho-heomorfolohichna budova terytorii natsionalnoho pryrodnoho parku "Oleshkivski pisky" [Ecological-geomorphological structure of the territory of the Oleshkovsky Sands National Nature Park]. Physical Geography and Geomorphology, 3(83): 60–66 (in Ukrainian).

Hranovska, L. M. 2019. Hidrolohichni ta hidroheolohichni osoblyvosti utvorennia i vykorystannia Nyzhnodniprovskykh piskiv [Hydrological and hydrogeological features of the formation and use of the Lower Dnieper Sands]. Ekolohichni nauky: naukovo-praktychnyi zhurnal [Ecological Sciences], 3(26): 40–45 (in Ukrainian). https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-3-26-8

Khromov, S. B. and Petrosyants, M. A. 2004. Meteorologiya i klimatologiya [Meteorology and Climatology]. Moscow, Kolos, 582 p. (in Russian).

Medvedev, V. V. 2009. Tverdost pochv [Soil hardness]. Kharkiv, KP "Gorodskaya tipografiya", 152 p. (in Russian).

Meteopost. 2019. Klimat Khersona (klimaticheskaya norma) [Weather post. Kherson climate (climatic norm)]. [Electronic resource]. Available from: https://meteopost.com/weather/climate-normals/kherson/ (last accessed date 13.11.2019).

Metodicheskiye rekomendatsii po izucheniyu vliyaniya izmeneniy klimata na stroitelstvo, energetiku, transport i zdorovye cheloveka [Methodical recommendations on study of the climate change impact on construction, energy, transport and human health]. 2000. Sankt-Peterburg, 16 p. (in Russian).

Migunova, Ye. S. 2017. Lesnaya tipologiya v Ukraine [Forest typology in Ukraine]. Kharkiv, Planeta-Print, 50 p. (in Russian).

Myahchenko, O. P. 2010. Osnovy ekolohiyi [Principles of Ecology]. Kyiv, Tsentr uchbovoyi literatury, 312 p. (in Ukrainian).

Okhremenko, I. V. and *Chernyshova, K. V.* 2018. Suchasni morfoklimatychni faktory rozvytku Nyzhnodniprovskykh piskiv [Modern morphoklimatic factors of development of Nizhniodniprovsky Sands]. Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnoho universytetu, Seriia heohrafichni nauky [Scientific Bulletin of Kherson State University. Series Geografical Sciences], 8: 206–211 (in Ukrainian).

Opokov, Ye. 1926. Atmosferni opady ta vitry v raioni Oleshkivskykh piskiv [Atmospheric precipitation and winds in the area of the Oleshkivski Sands]. In: Materialy po doslidzhenniu gruntiv Ukrainy [Materials on study of Ukrainian soils]. Kharkiv, p. 7–18 (in Ukrainian).

Rysin, L. P. (Ed.). 1987. Prirodnye aspekty rekreatsionnogo ispolzovaniya lesa [Natural aspects of recreational forest use]. Moscow, Nauka, 168 p. (in Russian).

Safronova, Y. N. 2019. Polupustynya – paradoks XX veka. [The semi-desert is a paradox of the twentieth century]. Arydnye ekosystemy, Vol. 25, No 1 (78): 3–9 (in Russian). DOI: 10.24411/1993-3916-2019-10039

Shein, Ye. V. and Goncharov, V. M. 2006. Agrofizika [Agrophysics]. Rostov-on-Don, Feniks, 400 p. (in Russian).

Shevchuk, V. V., Siryk, N. M., Siryk, A. A. 2012. Istoriya vynyknennya Nyzhnodniprovskykh piskiv ta lisorozvedennia na nykh [History of Lower Dnieper Sands occurrence and forestry on them]. Kherson, Tavriyskyi naukovyi visnyk [Taurian Scientific Bulletin], 81: 357–364. (in Ukrainian).

Shlapak, V. P. 2003. Osoblyvosti zalisnennia nyzhnodniprovskykh piskiv kulturamy introdukovanykh vydiv rodu *Pinus* L. [The peculiarities of afforestation of the Lower Dnieper Sands by crops of introduced species of the genus *Pinus* L.]. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 2: 70–74 (in Ukrainian).

Ustskiy, I. M. and Siryk, A. A. 2017. Vplyv gruntovykh umov na stan sosnovykh nasadzhen Nyzhnodniprovia [Soil conditions influence on health condition of pine plantations in Lower Dnieper zone]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 130: 111–118 (in Ukrainian).

Vrublevska, O. O., Katerusha, G. P., Mirotvorska, N. K. 2004. Klimatologichna obrobka okremykh meteorologichnykh velychyn [Climatological treatment of individual meteorological values]. Odesa, TES, p. 92–95 (in Ukrainian).

Zubova, L. G. 2013. Osnovy matematicheskoy obrabotki eksperimentalnykh dannykh: uchebnoye posobiye [Fundamentals of mathematical processing of experimental data: a training manual]. Lugansk, Noulidzh, 60 p. (in Russian).

Zubov O. R. [1], Zubova L. H.[1], Hlod O. I.[2], Tymoshchuk I. V.[2], Tkachenko V. Ye.[2]

ASSESSMENT OF CLIMATIC AND SOIL CONDITIONS IN SAGI WILDLIFE RESERVE

[1]*Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after H. M. Vysotskiy*
[2]*State Enterprise "Steppe Branch of URIFFM named after V. M. Vinogradov"*

The results of the study of climatic and soil conditions of the Lower Dnieper Sands on the example of Sagi Wildlife Reserve are presented. The weathers structure of climate is estimated, a new method for constructing the resulting transfer rose vector is presented. The average diameter and statistical indicators of *Betula borysthenica* Klokov were determined. The structure of the soil profile was studied at three characteristic points of the mesorelief of the territory: at the top of the dune, at its foot and in the birch curtain located in a topographically low area. The hardness of the soil was determined, which increases to 37 kg per cm^2 with a depth of 14 cm, which is a sign of severe conditions for seed germination and root penetration into the soil. The bulk density of soils reaches 1.7 g cm^{-3}. By particle size distribution they are characterized by medium size, homogeneous. The soil filtration coefficient at the studied points varies from 2.5 to 11.3 mm per min. It was established that even sparse dry grassy vegetation with dangerous gusts of wind up to 13.2 m per second at a height of 2 m reduces its speed at a height of 8 cm to 2.3 m per second.

K e y w o r d s : sandy soils, deflation, climatic conditions, water-physical properties, soil hardness.

Зубов А. Р.[1], Зубова Л. Г.[1], Глод А. И.[2], Тимощук И. В.[2], Ткаченко В. Е.[2]

ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКИХ И ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЙ ЗАКАЗНИКА «УРОЧИЩЕ "САГИ"»

[1]*Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого*
[2]*ГП «Степной им. В. М. Виноградова филиал УкрНИИЛХА»*

Приведены результаты изучения климатических и почвенных условий Нижнеднепровских песков на примере заказника «Урочище "Саги"». Оценена структура климата в погодах, представлен новый метод построения результирующего вектора розы переноса. Определены средний диаметр, статистические показатели березы Днепровской. Исследовано строение почвенного профиля в трех характерных точках мезорельефа территории – на вершине дюны, у ее подножья и в одной из березовых куртин, расположенных в замкнутых понижениях. Определена твердость почвы, которая с глубиной до 14 см возрастает до 37 кг·$см^{-2}$, что является признаком затрудненных условий прорастания семян и проникновения корней в почву. Объемная масса почв достигает 1,7 г·$см^{-3}$. По гранулометрическому составу они характеризуются средней крупностью, однородны. Коэффициент фильтрации почвы в исследуемых точках варьирует от 2,5 до 11,3 мм·$мин^{-1}$. Установлено, что даже разреженная сухая травянистая растительность при опасных порывах ветра до 13,2 м·$с^{-1}$ на высоте 2 м снижает его скорость на высоте 8 см до 2,3 м·$с^{-1}$.

К л ю ч е в ы е с л о в а : песчаные почвы, дефляция, климатические условия, водно-физические свойства, твердость почвы.

E-mail: zuboval195@gmail.com; stepfilial@ukr.net

Одержано редколегією 29.11.2019

УДК 630.23+630.17

https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.112

В. А. ЮРЧЕНКО

ЛІСОТИПОЛОГІЧНА СТРУКТУРА НАСАДЖЕНЬ БОТАНІЧНОГО ЗАКАЗНИКА ЗАГАЛЬНОДЕРЖАВНОГО ЗНАЧЕННЯ «ЮНИЦЬКИЙ»

ДП «Луганська агролісомеліоративна науково-дослідна станція»

Проведено лісотипологічний аналіз лісових насаджень із використанням електронної повидільної бази даних ВО «Укрдержліспроект», фондових і картографічних матеріалів та матеріалів безперервного лісовпорядкування. За даними лісовпорядкування на території заказника визначено 10 типів лісу. Найбільш розповсюдженим типом лісу є суха берестово-пакленова діброва, яка за площею займає 75,5 %. Ліси заказника розподілено на дві категорії захисності: пам'ятки природи – 552,9 га та протиерозійні ліси – 217,4 га, або 71,8 % і 28,2 % за площею відповідно. Деревостани, які належать до пристиглих, стиглих і перестійних за площею становлять 62,3 %. Деревостани III і нижчих класів бонітету становлять 83,6 %. Насадження вегетативного походження займають 38,7 % площі, насіннєвого штучного – 41,0 %. За санітарним станом більшість насаджень є сильно ослабленими. Причинами всихання деревостану є вплив жорстких кліматичних умов Степу, а також – на тлі ослаблення – наявність кореневих гнилей. Дослідженнями встановлено, що найстійкішим і найдовговічнішим деревним видом у зазначених умовах виявився дуб звичайний.

Ключові слова: лісотипологічна структура, ботанічний заказник, санітарний стан.

Вступ. Проблема боротьби з посухами й опустелюванням у степовій частині України залишається актуальною вже протягом багатьох років. Ключовою ланкою адаптивно-ландшафтного влаштування деградованих сільськогосподарських земель є агролісомеліоративне впорядкування територій. Після тривалої й нищівної посухи 1891 р. за ініціативою В. В. Докучаєва було організовано Особливу Експедицію, метою якої було створення системи захисних насаджень у Степу (Tanfilev 1894, Dokuchaev 1951, Koptyev et al. 1985). В основу вивчення природних умов степу В. В. Докучаєв поклав принцип водорозділів. Для запровадження меліоративних заходів було підібрано три ділянки: Кам'яностепову – на вододілі між Волгою і Доном, Великоанадольську – на вододілі між Дніпром та Сіверським Дінцем та Старобільську – на вододілі між Доном та Сіверським Дінцем. Кам'яностепова та Великоанадольська ділянки є найбільш дослідженими об'єктами, на Старобільській ділянці тривалий час досліджень не проводили (Ziatkov & Soloviov 2012). На початку роботи експедиції Старобільська ділянка, за виразом Докучаєва, була охарактеризована як «цілковито голий кряж, типовий зразок відкритого напівзабур'яненого степу, наче навмисно виставленого на волю бурям, вітрам, спекоті та посухам» (Barakov 1917). Місцевість, де виконували лісомеліоративні роботи з метою досягнення оптимального співвідношення луків, лісів і водойм, була яружно-балковим ландшафтом із розвиненою водною та постійною вітровою ерозією ґрунтів (рис. 1*а*). До 1908 р. на Старобільській ділянці було створено насадження, до складу яких входили: захисні лісові смуги вздовж вододілів; вологозбірні насадження навколо степових колодязів; снігозатримувальні узлісся; вербові та тополеві насадження навколо ставків та вздовж річок; прияружні ґрунтозахисні насадження.

Ботанічний заказник загальнодержавного значення «Юницький», який знаходиться на території ДП «Луганська агролісомеліоративна науково-дослідна станція» (Біловодський район Луганської області), є одним із прикладів екологічної та господарської оптимізації ландшафту агролісомеліоративними методами. Саме на території ботанічного заказника зберігається штучне лісове урочище, створене в кінці XIX століття під керівництвом В. В. Докучаєва. Відповідно до Постанови Ради Міністрів УРСР від 28 жовтня 1974 р. № 500, Указу Президента України № 1238/2005 від 12 вересня 2005 р. Юницьке лісництво має статус ботанічного заказника загальнодержавного значення «Юницький».

На космічному знімку (рис. 1*б*) відображено сучасні лінійні та масивні захисні насадження, які в декілька етапів було створено на Старобільській ділянці. На рис. 1 із метою орієнтації та можливості порівняння виділено ідентифіковані ділянки водної ерозії, за місцем розташування яких можна загалом оцінити лісистість території в минулому і сьогодні. Окрім

залісення Старобільської ділянки на космічному знімку видно й розвиток ерозійних процесів, збільшення протяжності яруг та затухання ерозії.

Згідно з лісотипологічним районуванням лісництво розташоване в області (V) сухого відносно теплого клімату – суха загрудова діброва *Ie*, району донецьких байрачних лісів (8) у деркульському секторі (8.2). Найбільш поширений тип лісорослинних умов (ТЛУ) – D_1, зональний тип лісу – суха бересто-пакленова діброва D_1-бркпД (Vorobyov 1967, Ostapenko & Tkach 2002).



а



б

Рис. 1 – Ландшафтне порівняння Старобільської ділянки: *а* – до проведення лісомеліоративних робіт (давня карта XIX століття); *б* – після проведення лісомеліоративних робіт станом на 2017 р. (панхроматичний космічний знімок, отриманий із супутника IKONOS для веб-геосервісу Virtual Earth). Білими овалами виділено ідентифіковані ділянки водної ерозії

Ріст і розвиток лісових насаджень в умовах Степу має певні особливості, які визначаються ґрунтово-гідрологічними та кліматичними умовами. Сухість клімату визначається співвідношенням кількості опадів і випаровуваності (Vysotskiy 1983). Показник вологості клімату за Воробйовим (W) у зазначеній лісотипологічній області становить у межах від -0,8 до +0,6, тобто це – область сухого, помірно теплого клімату. Відповідно до лісокліматичного районування, Юницьке лісництво розташоване в термотопі η із Т 105–125° (Lavrynenko 1970).

Створенню та вирощуванню лісових насаджень у Степу, оцінюванню їхнього росту та стану завжди приділяли значну увагу, оскільки вони є поліфункціональними, виконують протиерозійні та кліматорегулювальні функції (Gladun & Lokhmatov 2007). Зокрема, в

Юницькому лісництві процеси всихання та природного відновлення насаджень досліджували в деревостанах різного віку, складу та походження впродовж тривалого часу (Lokhmatov 1999). За результатами досліджень розроблено кількісні та якісні показники й шкали ступеня всихання та відновлення крон дерев у насадженнях, а також наведено їхній розподіл за площею (Lokhmatov et al. 2007).

Доповненням до проведених раніше досліджень має стати вивчення лісотипологічної структури деревостанів Юницького лісництва як унікального штучного лісового об'єкта, що суттєво покращує мікрокліматичні умови довкілля та виконує протиерозійні функції.

Метою роботи є вивчення типологічної структури та особливостей розподілу площ насаджень Юницького лісництва за лісівничо-таксаційними характеристиками, породним складом і санітарним станом у сучасних умовах.

Матеріали й методи. Матеріалами для досліджень були дані про лісовий фонд Дежлісагентства України (Directory 2012), а також джерела, наведені в переліку літератури. Аналіз динаміки площ насаджень виконано за даними лісовпорядкувальних матеріалів. Також проведено комплексний аналіз електронної повидільної бази даних «Лісовий фонд України» ВО «Укрдержліспроект» станом на 01.01.2011 стосовно лісогосподарських підприємств, підпорядкованих Держлісагентству, в рівнинній частині України. Аналіз матеріалів проведено за принципами формування бази даних із використанням системи показників різних рангів, які включають лісівничо-таксаційні характеристики, категорію лісів та їхнє цільове призначення. Крім того, використовували матеріали поточного лісовпорядкування, фондові й картографічні матеріали, таблиці ходу росту, нормативно-довідкові матеріали для таксації лісів України (Shvidenko et al. 1987).

Ідентифікація фондових картографічних матеріалів та їхньої відповідності наявній квартальній сітці, а також порівняння результатів дослідів, отриманих упродовж минулих років, із даними сучасних досліджень надали можливість проведення системного аналізу росту та розвитку насаджень у просторі та часі.

Методика досліджень базувалася на комплексному підході, який забезпечує найбільш достовірні висновки. Експериментальні матеріали досліджень було статистично опрацьовано згідно з прийнятими рекомендаціями (Lapach et al. 2001). Під час статистичного опрацювання застосовували методи варіаційної статистики й пакет програм Microsoft Excel.

Результати та обговорення. Система захисних лісових насаджень Старобільської дільниці – Деркульського степового дослідного лісництва – охоплювала всі елементи рельєфу межиріччя. Це – область Придінецько-Придонських відрогів Середньоросійської височини, правобережна частина басейну Сіверського Дінця. Загальна площа Юницького лісництва становить 1065 га, а площа вкритих лісовою рослинністю земель становить 770,3 га. Вкриті лісовою рослинністю землі розподілено на дві захисні частини, до яких входять пам'ятки природи – 552,9 га, або 71,8 %, та ліси протиерозійні – 217,4 га, або 28,2 %.

В Юницькому лісництві лісовпорядкуванням виділено 6 типів лісорослинних умов – за трофністю C і D, за вологістю – сухі (1), свіжі (2) й вологі (3). Площа найпоширенішого едатопу D_1 становить 75,5 % від загальної площі вкритих лісовою рослинністю земель, на грудові умови припадає 85,4 % площі, сухі ТЛУ загалом займають 87,2 % (табл. 1).

Таблиця 1

Відносний розподіл насаджень Юницького лісництва за типами лісорослинних умов

ТЛУ	Площа, %	ТЛУ	Площа, %
C_1	11,7	D_1	75,5
C_2	2,1	D_2	8,7
C_3	0,8	D_3	1,2

Загальний розподіл земель за площею ТЛУ в абсолютних показниках вкритих лісовою рослинністю земель проілюстровано на рис. 2.

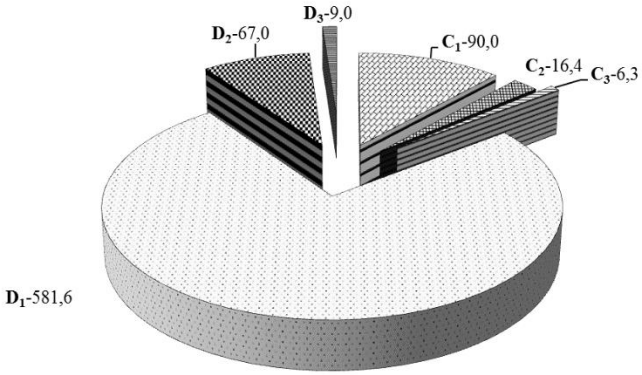


Рис. 2 – Розподіл насаджень Юницького лісництва за площею ТЛУ, га

Розподіл насаджень за типами лісу в абсолютних показниках відображено на рис. 3. Домінантним є корінний тип лісу – суха бересто-пакленова діброва D_1-бркпД, що займає 581,6 га. Суха чорнопакленова судіброва, свіжа кленово-липова діброва й суха пакленова судіброва займають площі 66,7 га, 58,9 га і 23,3 га відповідно. Площа інших типів лісу не перевищує 10 га. Загалом, штучно сформовані насадження відповідають насадженням корінних типів лісу V лісотипологічної області (Ostapenko & Tkach 2002).

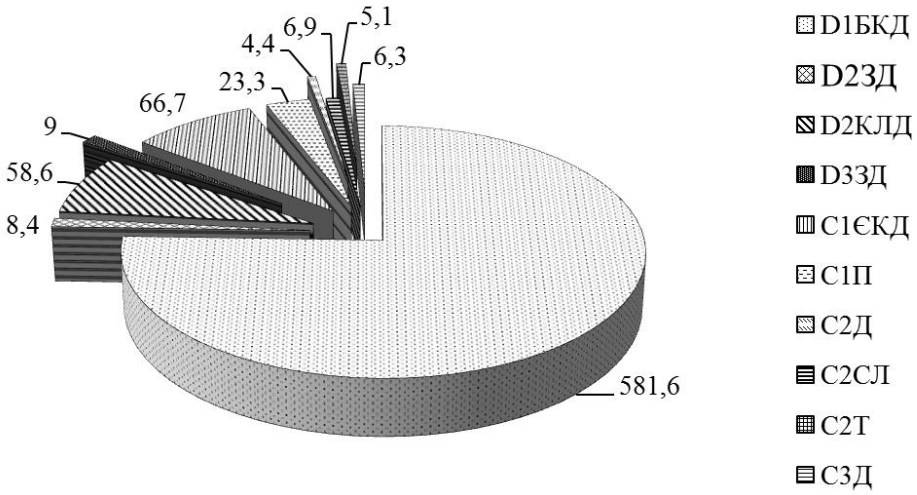


Рис. 3 – Розподіл насаджень Юницького лісництва за площею типів лісу, га

Про строкатість умов росту насаджень в Юницькому лісництві свідчить розподіл площ за типами лісу (табл. 2.)

Таблиця 2

Відносний розподіл насаджень Юницького лісництва за типами лісу

№ з/п	Код[1]	Назва типу лісу	Площа, %
1	D_1БКД	Суха берестово-пакленова діброва	75,5
2	D_2ЗД	Свіжа заливна берестово-пакленова діброва	1,1
3	D_2КЛД	Свіжа кленово-липова діброва	7,6
4	D_3ЗД	Волога заливна берестово-заплавна діброва	1,2
5	C_1ЄКД	Суха чорнопакленова судіброва	8,7
6	C_1П	Суха пакленова судіброва	3,0
7	C_2Д	Свіжа степова судіброва	0,6
8	C_2СЛ	Свіжа сосново-дубова судіброва	0,9
9	C_2Т	Свіжий тополевий заплавний сугрудок	0,7
10	C_3Д	Волога степова судіброва	0,8

Примітка. Коди і назви типів лісу подано згідно із позначеннями у повидільній базі даних лісовпорядкування.

Встановлено, що досліджувані деревостани за класами бонітету охоплюють широкий діапазон – від $I^в$ до $V^а$ класу (табл. 3).

Таблиця 3

Відносний розподіл насаджень Юницького лісництва за класами бонітету

Клас бонітету	Площа насаджень, %
$I^в$	0,2
$I^б$	0,3
$I^а$	1,7
I	3,6
II	10,5
III	23,6
IV	48,7
V	9,3
$V^а$	1,9

Більшість насаджень у Юницькому лісництві є низькобонітетними: насадження III і нижчих класів бонітету становлять 86,3 % від загальної площі, або 644,1 га (рис. 4). Насадження IV класу бонітету займають майже половину площі – 48,7 %.

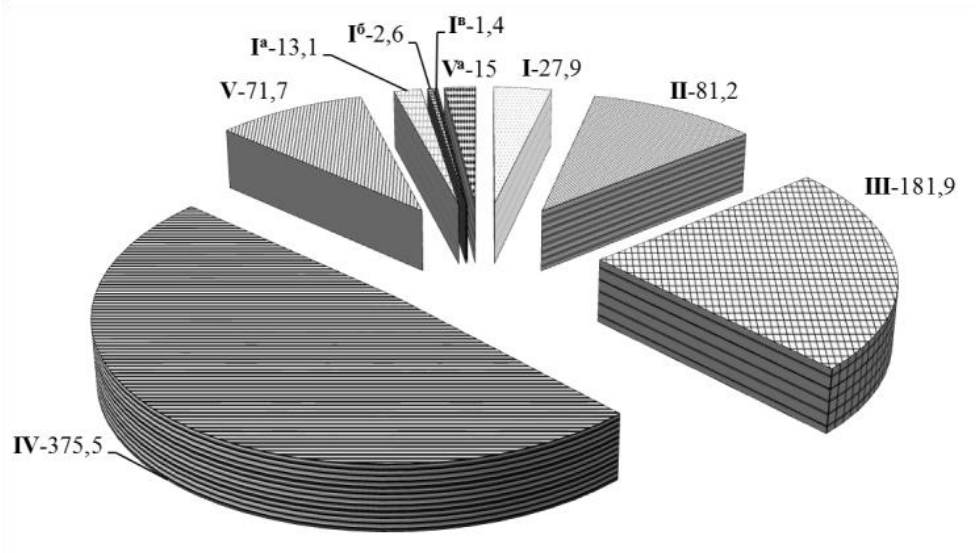


Рис. 4 – Розподіл площ насаджень Юницького лісництва за класами бонітету, га

За походженням ліси лісництва розподілено таким чином: вегетативного паросткового походження – 298,4 га (38,7 %), насіннєвого природного – 17,9 га (2,3 %), насіннєвого штучного – 315,8 га (41,0 %), невизначеного походження – 138,2 (17,9 %).

Майже половина насаджень лісництва за групою віку належать до стиглих – 47,9 % (табл. 4). Частка насаджень пристиглих, стиглих і перестійних загалом за площею становить 62,3 %, молодняків – 15,3 %, середньовікових – 22,4 %. Така вікова структура є характерною для лісів зазначеної категорії (табл. 4).

Таблиця 4

Вікова структура насаджень Юницького лісництва

Групи віку	Площа, %
Молодняки I класу віку (МлI)	6,2
Молодняки II класу віку (МлII)	9,0
Середньовікові (Ср)	10,6
Середньовікові включені до розрахунку	11,7
Пристиглі (Пр)	9,5
Стиглі (Ст)	47,9
Перестійні (Прс)	5,0
Згарище (Зг)	0,1

Розподіл площ насаджень за віковими групами показано на рис. 5.

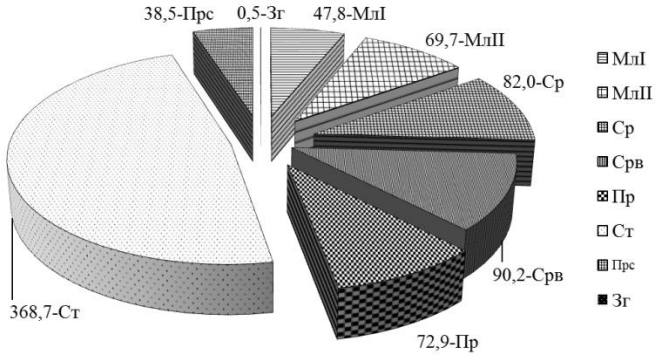


Рис. 5 – Розподіл площ насаджень Юницького лісництва за групами віку та категоріями
МлI – молодняки 1 класу віку, МлII – молодняки другого класу віку, Ср – середньовікові, Срв – середньовікові, включені до розрахунку, Ст – стиглі, Прс – перестійні, Зг – згарище

Середня повнота насаджень у лісництві становить 0,64. Переважають середньоповнотні насадження, їхня частка становить 50,5 % (табл. 5).

Таблиця 5

Розподіл насаджень Юницького лісництва за повнотою

Повнота	Площа, га	Площа, %
Рідини (до 0,3)	141,1	18,3
Низькповнотні (0,4-0,5)	37,4	4,9
Середньоповнотні (0,6-0,7)	388,9	50,5
Високоповнотні (0,8 і вище)	202,9	26,3

У 40–60 роки минулого століття більшість насаджень із різних причин було зрубано, але вони доволі успішно відновилися насіннєвим і вегетативним шляхом. Походження насаджень тісно пов’язане як із біологічними особливостями деревних та чагарникових порід щодо особливостей розмноження та розповсюдження, так і з господарськими заходами щодо

створення й відновлення лісу. Залежно від породного складу насаджень у таблиці 6 подано їхній розподіл за походженням.

Таблиця 6

Розподіл насаджень Юницького лісництва за видами й походженням

Назва виду	Площа насаджень									
	разом		вегетативного походження		насіннєвого природного походження		насіннєвого штучного походження		невизначеного походження	
	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
1. Барбарис звичайний (*Berberis vulgaris* L.)	0,8	0,1	–	–	–	–	0,8	100,0	–	–
2. Береза повисла (*Betula pendula* Roth.)	2,5	0,3	–	–	–	–	2,1	84,0	0,4	16,0
3. В'яз граболистий (*Ulmus carpinifolia* Rupp. ex G.)	25,9	3,4	21,3	82,2	–	–	–	–	4,6	17,8
4. Робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L.)	11,7	1,5	0,5	4,3	1,5	12,8	8,1	69,2	1,6	13,7
5. Верба біла (*Salix alba* L.)	6,0	0,8	6,0	100,0	–	–	–	–	–	–
6. В'яз дрібнолистий (*Ulmus pumila* L.)	0,4	0,1	–	–	–	–	0,2	50,0	0,2	50,0
7. Гледичія колюча (*Gleditsia triacanthos* L.)	0,2	0,0	–	–	–	–	0,2	100,0	–	–
8. Груша звичайна (*Pyrus communis* L.)	6,7	0,9	–	–	–	–	4,6	68,7	2,1	31,3
9. Дуб звичайний (*Quercus robur* L.)	583,5	75,7	201,0	34,4	6,9	1,2	252,9	43,3	122,7	21,0
10. Клен гостролистий (*Acer platanoides* L.)	11,3	1,5	7,2	63,7	3,0	26,5	1,1	9,7	–	–
11. Клен татарський (*Acer tataricum* L.)	6,3	0,8	6,3	100,0	–	–	–	–	–	–
12. Клен ясенелистий (*Acer negundo* L.)	1,6	0,2	1,3	81,3	0,3	18,8	–	–	–	–
13. Осика (*Populus tremula* L.)	0,2	0,0	0,2	100,0	–	–	–	–	–	–
14. Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.)	30,5	4,0	–	–	–	–	24,4	80,0	6,1	20,0
15. Сосна кримська (*Pinus pallasiana* D. Don)	2,3	0,3	–	–	–	–	2,3	100,0	–	–
16. Тополя біла (*Populus alba* L.)	8,0	1,0	3,5	43,8	4,3	53,8	0,2	2,5	–	–
17. Тополя канадська (*Populus deltoides* Marsch.)	4,4	0,6	0,2	4,5	1,0	22,7	3,2	72,7	–	–

Закінчення табл. 6

Назва виду	Площа насаджень									
	разом		вегетативного походження		насіннєвого природного походження		насіннєвого штучного походження		невизначеного походження	
	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
18. Тополя чорна (*Populus nigra* L.)	5,5	0,7	1,8	32,7	–	–	3,7	67,3	–	–
19. Туя західна (*Thuja occidentalis* L.)	1,2	0,2	–	–	–	–	1,2	100,0	–	–
20. Ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.)	49,8	6,5	45,5	91,4	–	–	3,8	7,6	0,5	1,0
21. Ясен зелений (*Fraxinus lanceolata* Borkh.)	11,5	1,5	3,6	31,3	0,9	7,8	7,0	60,9	–	–
Разом	770,3	100,0	298,4	38,7	17,9	2,3	315,8	41,0	138,2	17,9

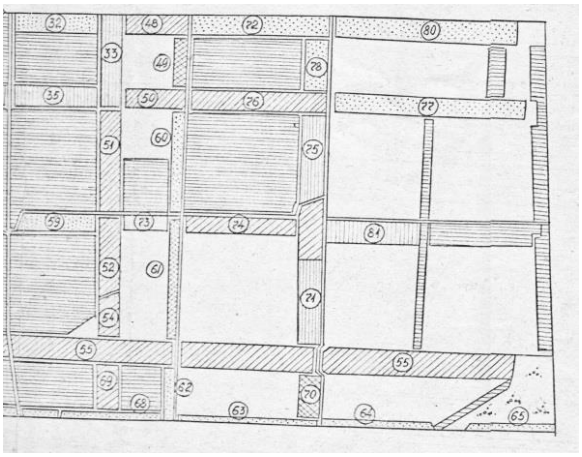
Деревостани Старобільської дослідної дільниці представлені 21 видом. Найбільшою від загальної площі є частка насаджень вегетативного походження за участю верби білої (100 %), клена татарського (100 %), осики (100 %), ясена звичайного (91,4 %), в'яза граболистого (82,2 %) і клена ясенелистого (81,3 %). Насіннєвим шляхом найкраще відновлюються тополя біла (53,8 %), клен гостролистий (26,5 %), тополя канадська (22,7 %) та клен ясенелистий (18,8 %). Лісові культури представлено сосною кримською (100 %), туєю західною (100 %), гледичією колючою (100 %), барбарисом звичайним (100 %), березою повислою (84 %), сосною звичайною (80 %). Ці особливості щодо походження насаджень та здатності їхнього самовідновлення й розповсюдження в Деркульському секторі району Донецьких байрачних лісів варто враховувати під час планування та проведення робіт із лісорозведення й лісовідновлення.

Найбільшу площу займають деревостани дуба звичайного – 583,5 га, з них площа насаджень вегетативного походження становить 201,0 га, або 34,4 %, з яких насадження віком понад 50 років займають площу 172,2 га, або 29,5 % від загальної та 85,7 % від площі насаджень вегетативного походження. Зважаючи на те, що тривалість життя лісових деревних порід у Степу є меншою й процеси розладу насаджень починаються раніше та відбуваються інтенсивніше (Mozheyko 2000), саме на такі насадження варто звернути увагу з метою догляду за ними та планування й проведення заходів щодо їхнього збереження.

Для порівняння було взято насадження № 80 згідно зі старою схемою нумерації захисних насаджень, яке за сучасною квартальною сіткою знаходиться на 1 діл. 11 кварталу Юницького лісництва (рис. 6).

За результатами обстеження в 1990 р. деревостан характеризувався задовільним станом. На той час 35-річне лінійне насадження вегетативного походження мало склад 9Яз1Брт + Дз. Діаметр порослевого поновлення від пня ясена звичайного становив від 3 до 12 см, а висота – від 7,5 до 10 м (Gladun & Lokhmatov 2007). Порослеве ясеневе насадження характеризувалося IV–V класами бонітету. Відповідно до таблиць ходу росту запас становив 103 $м^3 \cdot га^{-1}$ (Shvidenko et al. 1987).

За матеріалами лісовпорядкування 2010 р. склад насадження змінився – 8Яз2Дз із середніми значеннями діаметра та висоти 20,9 см та 15,6 м відповідно. Деревостан характеризувався IV класом бонітету, повнотою 0,81 та запасом 163 $м^3 \cdot га^{-1}$. Частка ділової деревини становила 30 %.



а) план до 1990 р.



в) план 2010 р.

Рис. 6 – План-схеми розташування насаджень Юницького лісництва

За результатами обліків та обмірів восени 2019 р. нами встановлено, що на пробних площах сухостійних дерев ясена звичайного налічувалося 91,4 %, а сухостою дуба звичайного – 31,2 %. Індекс санітарного стану I_c деревостану становив 4,7 бала (загибле) (Sanitarni pravyla 2016). I_c дуба звичайного – 3,2 (сильно ослаблене насадження). Частка старого сухостою ясена (дерева VI категорії) становила 65,2 %, що свідчить про те, що масове всихання відбулося понад 5 років тому. Насадження є сильно захащеним, потребує проведення суцільної санітарної рубки (рис. 7).

Причинами всихання деревостану є ослаблення в результаті впливу жорстких кліматичних умов Степу, а на тлі ослаблення – наявність кореневих гнилей. Дослідженнями встановлено, що найстійкішим і найдовговічнішим деревним видом у зазначених умовах виявився дуб звичайний. Це підтверджує дані (Mozheyko 2000) щодо розрахункового критичного віку насаджень дуба звичайного в умовах сухого Степу, який сановить 68 років. На південних чорноземах критичний вік ясена звичайного, клена ясенелистого, в'яза дрібнолистого сягає 45–50 років.



а



б

Рис. 7 – Сухостій ясена звичайного в 66-річному насадженні вегетативного походження Юницького лісництва

Висновки. Співвідношення типів рельєфу визначає типологічну структуру Старобільської дільниці, яка охоплює всі елементи рельєфу межиріччя. Домінантним є корінний тип лісу – суха бересто-пакленова діброва (D_1-бркпД), що займає 581,6 га. Суха

чорнопакленова судіброва (C_1ЄКД), свіжа кленово-липова діброва (D_2КЛД) і суха пакленова судіброва (C_1П) займають площі 66,7 га, 58,9 га і 23,3 га відповідно. Площа інших типів лісу є незначною. На більшості площ деревостани за переважаючими деревними породами та продуктивністю (більшість насаджень є низькобонітетними) відповідають типам лісу, водночас мають порушену структуру.

У зв'язку з відсутністю господарських заходів у ботанічному заказнику «Юницький», санітарний стан деревостанів є незадовільним. Частка сухостою ясена звичайного сягає 91,4 %, дуба звичайного – 31,2 %. Причинами всихання деревостану є ослаблення в результаті впливу жорстких кліматичних умов Степу, а також на тлі ослаблення – наявність кореневих гнилей. Найстійкішим і найдовговічнішим деревним видом у зазначених умовах виявився дуб звичайний.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Barakov, P. F. 1917. O zapovednom uchastke devstvennoy stepi v Starobelskom uezde, Kharkovskoy gubernii [About the protected area of the virgin steppe in Starobelskiy uyezd, Kharkov gubernia] . Zapiski N-Aleksandrovskogo instituta s. kh. i lesovodstva [Transactions of Novo-Aleksandrovsk Institute of Agriculture and Forestry], 24(2): 104 (in Russian).

Directory of Forest Fund of Ukraine on the basis of state records of forests as of 01.01.2011. (2012). Irpin. Ukraine (in Ukrainian).

Dokuchaev, V. V. 1951. Sochyneniya [The wrightings]. Moscow, Leningrad, Izdatelstvo AN SSSR, p. 109 –204. (in Russian).

Gladun, G. B. and Lokhmatov, N. A. 2007. V. V. Dokuchaev i lesnye melioratsii [V.V. Dokuchaev and forest melioration]. Kharkiv, Novoe slovo, 574 p. (in Ukrainian).

Koptyev, V. I., Lishenko, A. A., Myloserdov, M. M., Dyadyura, V. A. 1985. Zelenyy shchyt poliv [Green shield of fields]. Kyiv, Urozhay, 189 p. (in Ukrainian).

Lapach, S. N, Chubenco, A. V., Babych, P. N. 2001. Statistical methods in biomedical research using Excel (2nd ed.). Kiev, Morion, 408 p. (in Russian).

Lavrynenko, D. D. 1970. Stvorennya lisovykh kultur v dibrovakh Ukrainy [Creation of forest crops is in the oakeries of Ukrain]. Kyiv, Urozhay, 178 p. (in Ukrainian).

Lokhmatov, N. A. 1999. Razvitie i vozobnovlenie stepnykh lesnykh nasazhdeniy [Development and regeneration of forest stands in steppe]. Balakleya, SiM, 498 p. (in Russian).

Lokhmatov, N. A., Gladun, G. B., Vedmid, M. M. 2007. Lesnye nasazhdeniya yuzhnoy chasti Ukrainy [Forest stands of south part of Ukraine]. Kharkiv, Novoe slovo, 432 p. (in Ukrainian).

Mozheyko, G. A. 2000. Leso-agrarnye landshafty Yuzhnoy i Sukhoy Stepi Ukrainy (priroda i konstruirovanie) [Forest-agrarian landscapes of the Southern and Dry Steppes of Ukraine]. Kharkiv, ENTEJ, 312 p. (in Russian).

Ostapenko, B. F. and Tkach, V. P. 2002. Lisova typolohiya [Forest typology]. Part 2. Minahropolityky Ukrainy, Kharkivskyi derzhavnyi ahrarnyi universytet. Kharkiv, 204 p. (in Ukrainian).

Sanitarni pravyla v lisakh Ukrayiny [Sanitary Forests Regulations in Ukraine]. 2016. [Electronic resource]. V redaktsiyi postanovy Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 26 zhovtnya 2016. № 756. Available from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-п (last accessed date 20.11.2019) (in Ukrainian).

Shvidenko, A. Z., Strochinsky, A. A., Savich, Yu. N., Kashpor, S. N. (Eds.). 1987. Normativno-spravochnyye materialy dlya taksatsii lesov Ukrainy i Moldavii [Regulatory reference materials for forest inventory in Ukraine and Moldova]. Kyiv, Urozhay, 560 p. (in Russian).

Tanfilev, G. I. 1894. Predely lesov na yuge Rossii [Forest limits in the south of Russia]. [Electronic resource]. Available from: http://www.forestforum.ru/info/history/67.pdf (last accessed date 20.11.2019) (in Russian).

Vorobyov, D. V. 1967. Metodika lesotipologicheskikh issledovanii [Methodology of forest typological research]. Kyiv, Urozhay, 388 p. (in Russian).

Vysotskiy, G. N. 1983. Zashchitnoe lesorazvedenie [Protective afforestation]: selecta. Kyiv, Naukova dumka, 208 p. (in Russian).

Ziatkov, L. L. and Soloviov, M. Iu. 2012. Do 120-letiya Dokuchaevskoy ekspeditsii v Ukraine − istoriya i sovremennost Yunitskogo lesnichestva [For the 120th anniversary of the Dokuchaev's expedition in Ukraine – history and modernity of Unitsky forestry]. Lugansk, SE Luhansk Agroforestry Research Station, 40 p. (in Russian).

Yurchenko V. A.

FOREST TYPOLOGICAL STRUCTURE OF THE STANDS IN THE YUNITSKY NATIONAL BOTANICAL RESERVE

State Enterprise "Luhansk Agroforestry Research Station"

The forest typological analysis of forest stands was done based on the PO 'Ukrderzhlisproekt' Database, fund and cartographic documents and other materials of permanent forest management. Ten forest types were determined based on the data of the forest management. The most common forest type is dry birchbark-and-oak fertile site that occupies 75.5 % of the area. All the stands in the reserve were divided into 2 protection categories, namely the natural sanctuary – 552.9 ha (71.8 %) and the anti-erosion forests – 217.4 ha (28.2 %). Maturing, mature and overmature age groups make 62.3 % of the stands. The stands of 3rd and lower growing classes make 83.6 %. The stands of vegetative origin cover 38.7 %, those of seed man-made origin – 41.0 % of the area. As for a health condition, most of the stands are severely weakened. The reasons of the stands' die-back are weakening due to severe climatic conditions of the Steppe and, on being weakened, trees become affected by root rot. The study found that the most resistant tree species is common oak.

K e y w o r d s: forest-type structure, botanical reserve, health condition.

Юрченко В. А.

ЛЕСОТИПОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА НАСАЖДЕНИЙ БОТАНИЧЕСКОГО ЗАКАЗНИКА ОБЩЕГОСУДАРСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ «ЮНИЦКИЙ»

ГП «Луганская агролесомелиоративная научно-исследовательская станция»

Проведен лесотипологический анализ лесных насаждений с использованием электронной повыдельной базы данных ПО «Укргослеспроект», фондовых и картографических материалов и материалов непрерывного лесоустройства. По данным лесоустройства на территории заказника определены 10 типов леса. Наиболее распространенным типом леса является сухая берестово-пакленовая дубрава, которая занимает 75,5 % площади. Леса заказника разделены на две категории защитности: памятник природы – 552,9 га (71,8 %) и противоэрозионные леса – 217,4 га (28,2 %). Приспевающие, спелые и перестойные – по площади составляют 62,3 % насаждений. Насаждения III и низших классов бонитета составляют 83,6 %. Насаждения вегетативного происхождения занимают 38,7 %, семенного искусственного – 41,0 % площади. По санитарному состоянию большинство насаждений относится к сильно ослабленным. Причинами усыхания древостоя является ослабление в результате влияния жестких климатический условий Степи, а на фоне ослабления – наличие корневых гнилей. Исследованиями установлено, что наиболее устойчивым древесным видом в указанных условиях является дуб черешчатый.

К л ю ч е в ы е с л о в а: лесотипологическая структура, ботанический заказник, санитарное состояние.

E-mail: lugalnds@ukr.net

Одержано редколегією 22.11.2019

ЕКОЛОГІЯ І МОНІТОРИНГ

УДК 630.536:630.531:630:528.8
https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.123

Д. І. БІДОЛАХ[1], А. М. БІЛОУС[2], В. С. КУЗЬОВИЧ[1]

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ПРОЕКЦІЙ КРОН ДЕРЕВ ЗА МАТЕРІАЛАМИ ЗЙОМКИ БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ

[1]ВП «НУБіП України» Бережанський агротехнічний інститут
[2]Національний університет біоресурсів і природокористування України

Опрацьовано можливість використання результатів зйомки дерев із безпілотного літального апарата (БПЛА) DJI Phantom 4 для визначення горизонтальних проекцій їхніх крон. Встановлено, що такий підхід дає змогу підвищувати якість, точність і швидкість визначення площі горизонтальної проекції крони за актуальним картографічним матеріалом, опрацьованим у середовищі ГІС. Апробацію запропонованого способу проведено на базі лісових масивів і садово-паркових насаджень міста Бережани в Тернопільській області шляхом порівняння результатів, отриманих з використанням цього підходу й традиційним способом вимірювання. Виявлено, що запропонований спосіб дає можливість отримувати результати високої точності внаслідок кращої передачі конфігурації крони фотографічними матеріалами БПЛА-зйомки в порівнянні з традиційними вимірювальними методами, які дають інформацію лише про її радіуси. Такий підхід дає змогу визначати горизонтальні проекції крон дерев за допомогою програмних засобів із мінімізацією трудомістких польових робіт і створює умови для збереження інформації в цифровому форматі. Він може бути використаний для потреб лісо- та парковпорядкування, вивчення взаємодії деревних рослин у насадженні, визначення зімкнутості деревостану, проведення інвентаризації зелених насаджень та інших наукових досліджень.
К л ю ч о в і с л о в а : радіус крони дерева, проекція крони, безпілотний літальний апарат, ортофотоплан.

Вступ. Сучасні тенденції розвитку досліджень у сфері лісового та садово-паркового господарства передбачають перехід на якісно новий рівень способів отримання лісівничо-таксаційних показників із використанням останніх досягнень науки та техніки. При цьому велику увагу приділяють можливостям використання сучасного інструментарію, комп’ютерних технологій, методів дистанційного зондування, пристроїв глобального позиціонування тощо. Перелічені технології дають змогу отримувати вищу точність та якість вимірювань зі зменшенням обсягів ручної праці та мінімізацією витрат часу на опрацювання даних (Buksha et al. 2008a, 2008b).

Багато науковців (Canham et al. 1999, Purves et al. 2007, Davies & Pommerening 2008, Thorpe et al. 2010, Sevko & Kotsan 2012, Pretzsch et al. 2015, Vetoshkina & Vais 2016, Yuskevych et al. 2019) у своїх працях приділяють увагу дослідженню взаємозв’язку параметрів проекції крони з іншими показниками рослин. Вивчення особливостей форми горизонтальної проекції крон дерев і чагарників дає важливу інформацію для лісівників та ландшафтних архітекторів стосовно горизонтальної структури деревостану та окремих біогруп рослин.

Інформацію про конфігурації та розміри крон використовують для дослідження лісівничих питань, пов’язаних із вивченням горизонтальної структури деревостану, поновлення лісу та особливостей взаємодії деревно-чагарникових видів у насадженні. Так, дослідники (Purves et al. 2007, Pretzsch et al. 2015, Vetoshkina & Vais 2016) відзначають, що сукупність конфігурацій деревних крон формує лісовий намет, а їхні розміри визначають особливості росту дерева, поглинання вуглецю, фільтрування повітряних часток і вітростійкість. Параметри крон деревно-чагарникових рослин при цьому постають основним детермінантом світлового потоку (Canham et al. 1999).

Дослідниками (Skorobogatko 2013, Vais 2017) встановлено, що темпи росту дерев в однакових типах лісу та лісорослинних умовах різняться залежно від форми їхніх крон, і для повнішого вивчення форм крон є необхідним аналіз їхнього поперечного перерізу. Адже для кожного виду характерна своя, типова, переважна форма, яка змінюється залежно від віку, умов місцезростання та будови намету деревостану (Vais 2017).

Вивчення форми крон дерев дає змогу глибше пізнати природу лісу, особливо в просторі й у часі (Skorobogatko 2013, Vais 2017). При цьому, для прогнозування розвитку деревостану

потрібне розуміння структури крон окремих дерев та її залежності від таких показників, як розмір дерева, вид і місцева конкуренція між окремими особинами (Thorpe et al. 2010). Дослідження конкурентної взаємодії між окремими деревами в насадженні, основа для якої – дані про форму горизонтальної проекції крони, є критично важливою для вивчення майже всіх аспектів лісової екології (Canham et al. 1999). Параметри крон є важливими для кількісного оцінювання взаємодій дерев у різних моделях росту (Davies & Pommerening 2008) і дають змогу детальніше й точніше виявляти такі зв'язки для подальшого дослідження закономірностей будови та процесів росту деревостанів (Sevko & Kotsan 2012). Проте залежність розміру крони від видів, повноти та віку дерев ускладнює точне оцінювання їхніх просторових параметрів, функцій і послуг рослин (Pretzsch et al. 2015).

Тому, згідно з дослідженнями (Yuskevych et al. 2019), вивчення параметрів горизонтальної проекції крони необхідне для моделювання залежності морфологічних показників від морфолого-таксаційних параметрів дерев.

Разом із тим, питання дослідження конфігурації крон деревно-чагарникових рослин є доволі актуальним не лише для лісівничої практики, але й для біологічних, екологічних, фізіологічних наукових досліджень (Skorobogatko 2013) та для потреб садово-паркового будівництва. Достовірна інформація стосовно конфігурації горизонтальних проекцій крон у процесі ландшафтно-архітектурного планування дає змогу полегшити процес оцінювання сучасних ландшафтів і прийняття рішень щодо побудови майбутніх композицій. Розуміння горизонтальних розмірів рослини дає можливість дизайнеру обґрунтовано визначати її місце в загальній композиції ландшафтного дизайну саду, декоративної групи чи квітника, може бути основою для оцінювання щільності компонентів фітомаси крон (Yuskevych et al. 2019). Це, своєю чергою, створює умови для оптимізації дорожньо-стежкової мережі, розрахунку допустимих рекреаційних навантажень, упорядкування території лісопарків, сприяючи раціональному використанню наявних умов для оптимізації рекреації (Sevko & Kotsan 2011).

Сучасні дослідження науковців за цією тематикою (Purves et al. 2007, Thorpe et al. 2010, Sevko & Kotsan 2011, Bidolakh & Kuziovych 2016a, Yuskevych et al. 2019) спрямовані на опрацювання матеріалів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) в геоінформаційних системах (ГІС) із метою вивчення також параметрів крон деревних і чагарникових рослин. Такий підхід дає змогу визначати властивості лісових насаджень (види, розміри та просторову щільність окремих дерев), що може бути використано для встановлення загальної площі, біомаси та структури насаджень (Purves et al. 2007).

Процес подання отриманої інформації також полегшується з використанням сучасних технологій (Bidolakh & Kuzjovych 2016b). Так, існує досвід побудови (за допомогою ГІС Arc View 3.2) моделі просторового розміщення дерев із визначенням параметрів їхніх крон за допомогою координат, визначених у натурі (Sevko & Kotsan 2012). Інструментарій ГІС надає можливість робити подальший різносторонній аналіз такої моделі, виправляти помилки, складати різночасові тематичні мапи з використанням спеціальних символів і позначень, оперувати наявними базами даних, тобто дає змогу наочно відображати зміни, що відбуваються в деревостані внаслідок його росту та проведення лісогосподарських заходів (Sevko & Kotsan 2011).

Використання сучасного інструментарію також полегшує процес дослідження горизонтальної проекції крон деревно-чагарникових рослин. Наприклад, польова ГІС Field-Map дає змогу виконати заміри параметрів крон безпосередньо в насадженні й розрахувати його морфолого-таксаційні показники (Yuskevych et al. 2019), а пристрої глобального позиціонування – зафіксувати місця розташування окремих видів у просторі та відобразити цю інформацію на картографічних матеріалах (Bidolakh & Kuzjovych 2016b).

Вищезазначене свідчить, що розвиток сучасного інструментарію та інформаційних технологій створює можливості для розроблення нового підходу до вимірювання проекції крон дерев і чагарників.

Матеріали й методи. Об'єктом дослідження обрано спосіб визначення горизонтальної проекції крон дерев і чагарників у лісових та садово-паркових насадженнях. Предметом дослідження стали можливості вдосконалення процесу вимірювання проекції крон деревно-чагарникових видів шляхом використання сучасних методів.

Дослідження проводили на базі лісових масивів і садово-паркових насаджень міста Бережани в Тернопільській області шляхом знімання території досліджень із безпілотного літального апарата (БПЛА) DJI Phantom 4, експорту отриманої інформації, її трансформації та створення ортофотоплану. Для оцінювання точності та ефективності запропонованого способу визначали розміри проекцій крон деревних порід на території дослідного полігону за допомогою рулетки (традиційний метод) шляхом вимірювання радіусів проекцій крон у восьми напрямках. Ці результати зіставлено з аналогічними вимірюваннями, здійсненими в середовищі QGis3 за ортофотопланом, отриманим із квадрокоптера.

Якщо порівнювати розроблену нами корисну модель (Sposib vymiryuvannya 2018) із іншими аналогами, то можна відзначити, що на практиці користуються переважно відомим способом визначення горизонтальної проекції крони за допомогою вимірювальних інструментів (зазвичай рулетки) шляхом вимірювання радіусів у восьми напрямках із зарисовуванням схеми форми крони кожного досліджуваного дерева. Недоліками цього способу є його чимала трудомісткість і необхідність додаткових робіт для прив'язування місця розташування кожного вимірюваного дерева.

Сучасним аналогом запропонованого нами підходу є також спосіб вимірювання проекцій крон дерев із використанням інструментальних засобів: вимірювальний комплекс Field-Map (Buksha et al. 2008b), за допомогою якого, серед інших таксаційних показників, вимірюють проекцію крони дерев шляхом використання далекоміра та прив'язування місця розташування кожної рослини за допомогою приймачів GPS. Недоліками наведеного способу є те, що він вимагає безперешкодної видимості всієї крони з-під намету деревостану, що не завжди є можливим. Крім того, цей спосіб потребує використання спеціалізованого обладнання та більшої кількості вимірів для отримання достовірної інформації про форму проекції крони (щонайменше 8 вимірів для кожного дерева).

У зв'язку з цим, *метою роботи* стало розроблення способу визначення горизонтальної проекції крон дерев і чагарників, який усуває необхідність проведення трудомістких і суб'єктивних польових вимірювань та дає змогу прискорити виконання робіт і підвищити достовірність отриманої інформації.

Завданням дослідження обрано розроблення нового підходу до вимірювання горизонтальної проекції крони, перевірку його точності та ефективності шляхом порівняння з традиційними методами отримання цієї інформації. Для реалізації завдання нами запропоновано використання аерофотозйомки території з безпілотного літального апарата з подальшим визначенням конфігурації проекції крони та отримання інформації про її розміри за опрацьованим у середовищі ГІС отрофотопланом території.

Після калібрування компаса БПЛА та отримання чіткого супутникового сигналу в системах GPS/Глонасс знімали територію досліджень із квадрокоптера за попередньо спланованим маршрутом. Після цього серію аерофотознімків експортували на комп'ютер для здійснення їхнього поєднання та ортотрансформації з метою створення ортофотоплану. Опрацювання отриманого картографічного матеріалу, який прив'язаний до відповідної системи координат, у середовищі ГІС дає змогу проводити площинні та лінійні вимірювання проекції крон деревно-чагарникових порід із одночасною реєстрацією їхнього місця розташування в глобальній системі координат.

Результати та обговорення. Зважаючи на відсутність методів точного визначення горизонтальної проекції крони в польових умовах, ми використовували як контроль фотозображення проекції крони, площу якої доволі зручно можна визначити в ГІС на прив'язаному ортофотоплані. Для цього нами було окреслено конфігурацію крон за візуальними ознаками (рис. 1) на матеріалах БПЛА-зйомки та визначено їхні площі. Далі, для

можливості порівняння різних підходів за аналогічними показниками визначено розрахункові радіуси крон кожної рослини за відомою формулою (1) окремо для лісового та садово-паркового насадження.

$$r = \sqrt{\frac{S}{\pi}}, \quad (1)$$

де r – розрахунковий радіус проекції крони, м;

S – площа горизонтальної проекції крони за матеріалами аерофотозйомки, м^2;

π – математична константа.

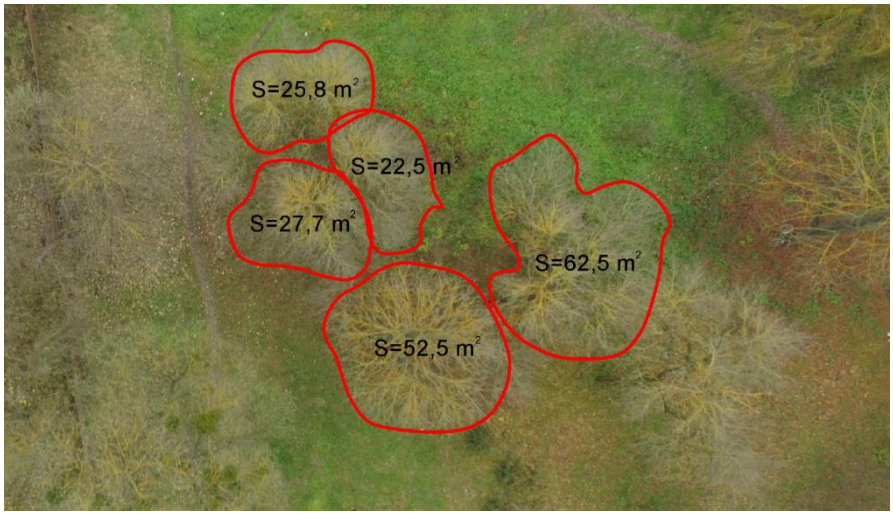


Рис. 1 – Визначення параметрів горизонтальної проекції крони в ГІС

Результати, отримані традиційним способом, порівнювали з матеріалами БПЛА-зйомки в ГІС QGis 3 відповідно до лінійних вимірів (рис. 2) та розрахункових контрольних радіусів (табл. 1).

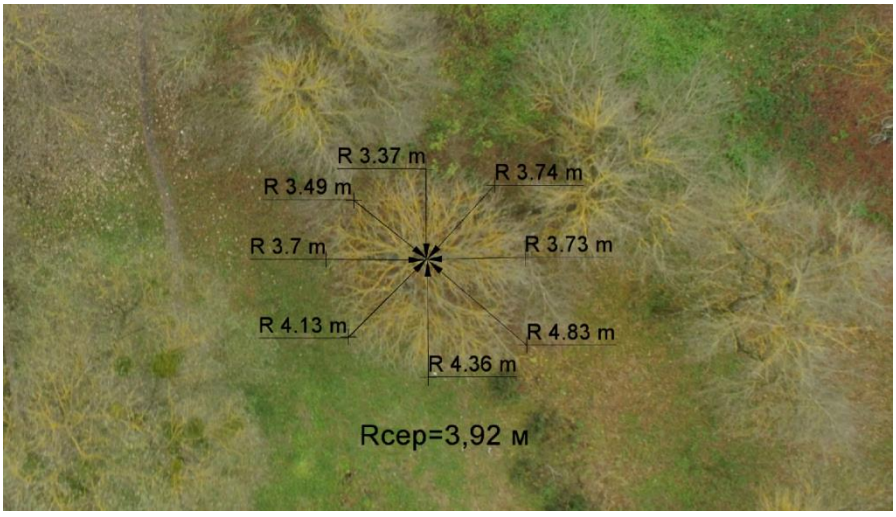


Рис. 2 – Приклад вимірювання радіусів крони за ортофотопланом

Виходячи з практики проведення польових досліджень, варто відзначити складність визначення проекції крон шляхом опускання уявної ортогональної лінії на поверхню землі з виконанням подальших вимірювань. Проведення більшої кількості вимірів радіусів проекції дещо покращує точність результатів, але суттєво підвищує їхню трудомісткість.

Таблиця 1

Зведені результати вимірювань радіусів проекцій крон дерев у лісових і садово-паркових насадженнях

Варіант дослідження	Кількість вимірювань	Середній радіус	Відхилення, %
Контроль (розрахунковий спосіб)	35	3,561	–
	35*	4,088*	–
Традиційний спосіб (вимірювання рулеткою)	35	3,39	-4,80
	35*	3,75*	-8,27
Аналог традиційного способу з використанням БПЛА	35	3,498	-1,77
	35*	3,972*	-2,84

*Значення, отримані для садово-паркових насаджень.

Тому для полегшення проведення робіт із визначення площ горизонтальних проекцій крон дерев та чагарників рекомендуємо використовувати можливості інструментарію ГІС для визначення площ об'єктів за прив'язаними матеріалами. При цьому оптимальним для таких робіт, на нашу думку, є ортофотоплан, отриманий у результаті БПЛА-зйомки території завдяки його дешевизні (якщо порівнювати з матеріалами дистанційного зондування Землі високої роздільної здатності), простоті отримання та можливості планування часу знімання.

Аналіз проведених досліджень свідчить, що опрацювання матеріалів БПЛА-зйомки в ГІС дає змогу спростити визначення конфігурації горизонтальної проекції крони за візуальними ознаками, покращити якість вимірювання її площі завдяки врахуванню реального контуру периметра проекції. При цьому пропоноване рішення визначення горизонтальної проекції крони деревно-чагарникових порід дає можливість отримувати результати вищої точності (з відхиленням до 3 %), якщо порівняти з традиційним методом, де відхилення досягають до 5 % для лісових та понад 8 % для садово-паркових насаджень за даними наших досліджень. Також зменшується точність вимірювань для садово-паркових насаджень унаслідок складніших конфігурацій крон. Недоліками запропонованого підходу є складність його реалізації у загущеному лісовому деревостані (де не завжди можливо чітко оцінити параметри крони окремих дерев) і потреба у кваліфікованих виконавцях.

Науковою новизною способу є сучасний підхід до вимірювання горизонтальної проекції крон дерев і чагарників за матеріалами фотозйомки території з БПЛА, причому вимірювання та опрацювання інформації здійснюють за прив'язаними до системи глобального позиціонування матеріалами аерофотознімання з БПЛА в середовищі ГІС із наступним визначенням площі горизонтальної проекції крони зі збереженням просторової та лінійної атрибутивної інформації в цифровому вигляді разом із фотознімками об'єкта дослідження.

Підхід дає змогу визначати розміри та площу проекції крони дерев і чагарників із мінімізацією трудомістких польових робіт, підвищує їхню точність, дає можливість коректніше визначати конфігурацію крони дерева, полегшує вимірювання в умовах загущених деревостанів та створює умови для збереження інформації з метою подальшого контролю, моніторингу та аналізу. Такий підхід також дає змогу вдосконалити процес визначення площі, зайнятої деревними й чагарниковими рослинами під час виконання проектів реконструкції та благоустрою ділянок, який у подальшому можна використовувати для проведення інвентаризації зелених насаджень та визначення балансу території.

Висновки. Вимірювання горизонтальної проекції крон дерев і чагарників із використанням БПЛА дає змогу проводити виміри з доволі високою точністю. Такий підхід дає можливість уникнути більшості недоліків традиційної методики, проте потребує кваліфікованих виконавців. Для використання в лісових масивах такий підхід є обмеженим у складних та високоповнотних насадженнях. Тому рекомендуємо використовувати запропоновану методику для об'єктів садового-паркового господарства, які відзначаються низькою зімкненістю насаджень. Достовірна інформація про горизонтальні проекції крон,

яку можна отримати з використанням запропонованого нами способу, дає змогу точно визначати площі, зайняті деревно-чагарниковими рослинами, в процесі проведення інвентаризації та оцінити баланс території об'єктів дослідження. Використання при цьому сучасного інструментарію створює умови для збереження просторової й атрибутивної інформації в цифровому форматі та надає можливість її сортування, створення спеціальних запитів і статистичних аналізів, підготування картографічної документації та візуалізації даних. Загалом, такий підхід може бути використаний для потреб лісо- та парковпорядкування, а також для проведення інших наукових досліджень.

ПОСИЛАННЯ - REFERENCES

Bidolakh, D. I. and Kuziovych, V. S. 2016a. Dystantsiyne doslidzhennya obiektiv sadovo-parkovoho hospodarstva z vkorystanniam droniv [Remote research of horticulture objects with the using of drones]. Naukovyi Zhurnal «Ukrainskyi Zhurnal Lisivnytstva Ta Derevynoznavstva» [Scientific Journal "Ukrainian Journal of Forestry and wood Science"], 255: 201–209 (in Ukrainian).

Bidolakh, D. I. and Kuzjovych, V. S. 2016b. Suchasni pryiomy provedennia inventaryzatsii zelenykh nasadzhen ta kompleksnoho otsiniuvannya landshaftno-planuvalnoyi struktury parku sanatoriyu «Cherche» [Modern methods of greenery inventory and comprehensive assessment of landscape-planning structure of the park-sanatorium "Cherche"]. Naukovyy Visnyk NLTU Ukrainy [Scientific Bulletin of UNFU], 26(3): 42–48 (in Ukrainian). https://doi.org/10.15421/40260306

Buksha, I. F., Buksha, M. I., Kuziovych, V. S. 2008a. Zastosuvannya peredovykh vymiryuvalnykh i kompyuternykh tehnolohiy u sadovo-parkovomu hospodarstvi [Application of advanced measuring and computer technologies in landscape gardening]. Naukovyi Visnyk NLTU Ukrainy [Scientific Bulletin of UNFU], 18.7: 46–53 (in Ukrainian).

Buksha, I. F., Pasternak, V. P., Meshkova, T. S., Buksha, M. I. 2008b. Lisivnycho-taksatsiyna otsinka ta kartuvannya derevostaniv za dopomoghoyu polyovoyi GIS «Field-Map» [Forestry-taxation assessment and mapping of stands with the help of field GIS]. In: Materialy mizhnar. Konf. [Proceedings of International Conference]. Lviv: NLTU Ukrayiny, p. 198–199 (in Ukrainian).

Canham, C. D., Kobe, R. K., Latty, E. F., Chazdon, R. L. 1999. Interspecific and intraspecific variation in tree seedling survival: Effects of allocation to roots versus carbohydrate reserves. [Electronic resource]. Oecologia, 121(1): 1–11. Available from: www.jstor.org/stable/4222434.

Davies, O. and Pommerening, A. 2008. The contribution of structural indices to the modelling of Sitka spruce (*Picea sitchensis*) and birch (*Betula* spp.) crowns. Forest Ecology and Management, 256(1–2): 68–77. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.03.052

Pretzsch, H., Biber, P., Uhl, E., Dahlhausen, J., Rötzer, T., Caldentey, J., Pauleit, S. 2015. Crown size and growing space requirement of common tree species in urban centres, parks, and forests. Urban Forestry & Urban Greening, 14(3): 466–479. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.04.006

Purves, D. W., Lichstein, J. W., Pacala, S. W. 2007. Crown plasticity and competition for canopy space: A new spatially implicit model parameterized for 250 North American tree species. PLOS ONE, 2(9): e870. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000870

Sevko, O. and Kotsan, V. 2011. Metodika sozdaniya tsifrovoy modeli prostranstvennogo raspredeleniya derevev po materialam postoyannyh probnyh ploshadey s ispolzovaniem GIS-tehnologiy [Methodology for creating a digital model of the spatial distribution of trees based on the materials of constant sample plots using GIS technologies]. Trudy BGTU [Proceedings of BSTU], 1(139): 53–57 (in Russian).

Sevko, O. and Kotsan, V. 2012. Otsenka vliyaniya prostranstvennoy struktury na taksatsionnye pokazateli drevostoev s ispolzovaniem tsifrovoy modeli prostranstvennogo raspredeleniya drevostoev [Assessment of the influence of the spatial structure on taxation indicators of stands using a digital model of the spatial distribution of stands]. Trudy BGTU [Proceedings of BSTU], 1: 57–59. (in Russian).

Skorobogatko, N. D. 2013. Stroenie deshifrovochnyh pokazateley pologa modalnyh elovyh drevostoev v ravninnoy chasti Prikamya i sosnovyh nasazhdeniy Kurskoy oblasti [The structure of the deciphering indicators of the canopy of modal spruce stands the plain part of Prikamye and pine stands of the Kursk region]. [Electronic resource]. Available from: http://science-bsea.narod.ru/2004/leskomp_2004/skorobogatko.htm (last accessed date 19.11.2019) (in Russian).

Sposib vymiryuvannya horyzontalnoyi proektsiyi kron derev i chaharnykiv [Method of measurement of the horizontal projection of crowns of trees and shrubs]. 2018. Patent na korysnu model 124824 UA MPK G01B 11/24 (2006.01) A01G 23/00 [Patent 124824 UA MPK G01B 11/24 (2006.01) A01G 23/00], Bidolakh, D. I, Kuziovych, V. S., Bilous, A. M. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine; zayavl. 03.11.2017; opubl. 25.04.2018, Byul. [Bulletin of Inventions], No 8 (in Ukrainian).

Thorpe, H. C., Astrup, R., Trowbridge, A., Coates, K. D. 2010. Competition and tree crowns: A neighborhood analysis of three boreal tree species. Forest Ecology and Management, 259(8): 1586–1596. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.01.035

Vais, A. A. 2017. Forma kron derevev sosny obyknovennoy (*Pinus silvestris* L.) v chistyh vysokogustotnyh nasazhdeniyah Minusinskoy kotloviny Krasnoyarskogo kraya [The shape of the crowns of Scots pine trees (*Pinus sylvestris* L.) in clean high-density stands of the Minusinsk depression of the Krasnoyarsk region]. [Electronic resource]. Available from: https://cyberleninka.ru/article/n/forma-kron-dereviev-sosny-obyknovennoy-pinus-silvestris-l-v-chistyh-vysokogustotnyh-nasazhdeniyah-minusinskoy-kotloviny-krasnoyarskogo (last accessed date 22.11.2019) (in Russian).

Vetoshkina, I. and Vais, A. 2016. Forma gorizontalnoy proektsii kron derevev sosny obyknovennoy v usloviyah Idrinsko-Kuraginskogo lesostepnogo okruga Minusinskoy kotloviny [The form of the horizontal projection of the crowns of Scots pine trees in the Idrinsko-Kuraginsky forest-steppe region of the Minusinsk depression]. Electronic resource]. Available from: http://web.snauka.ru/issues/2016/01/62475 (last accessed date 20.11.2019) (in Russian).

Yuskevych, T. V., Vytseha, R. R., Hrynyk, H. H. 2019. Zalezhnist pokaznykiv kron vid morfoloho-taksatsiynykh parametriv derev introdukovanykh vydiv sosen v umovakh Zakhidnoho rehionu Ukrayiny [The dependence of crown indicators on morphological and taxonomic parameters of pine trees of introduced species in Western Ukraine]. Naukovyi Visnyk NLTU Ukrainy [Scientific Bulletin of UNFU], 29(5): 75–81 (in Ukrainian). https://doi.org/10.15421/40290515

Bidolakh D. I.[1], Bilous A. M.[2], Kuziovych V. S.[1]

DETERMINATION OF THE HORIZONTAL PROJECTION PARAMETERS OF TREE CROWN BY MEANS OF THE UAV-SURVEY MATERIALS

[1] *Separated Subdivision of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine "Berezhany Agrotechnical Institute", Berezhany, Ukraine*

[2] *National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

The possibility of using the trees survey carried out by UAV DJI Phantom 4 to determine their horizontal projections has been shown. This approach is established to allow improving the quality, accuracy and speed of determining the area of the crown horizontal projection by means of the actual cartographic material processed in the GIS-environment. The proposed method was tested in forests and landscape gardens located in Berezhany in Ternopil Region by comparing the results obtained using both this approach and a traditional measurement procedure. It was revealed that the proposed method allows obtaining high accuracy results due to a better transfer of the crown configuration from the UAV photographic materials as compared to traditional measuring methods which provide information about its radii only. This approach allows us to determine the horizontal projections of tree crowns using software minimizing at that labor-intensive field work and creating conditions for storing information in digital format. It can be used for the needs of forest and parks managements, to study interaction of woody plants in stands, to determine stand canopy density and to conduct an inventory of greenery or other studies.

K e y w o r d s: tree crown radius, crown projection configuration, unmanned aerial vehicle, orthophotoplan.

Бидолах Д. И.[1], Билоус А. М.[2], Кузёвич В. С.[1]

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЙ КРОН ДЕРЕВЬЕВ ПО МАТЕРИАЛАМ СЪЕМКИ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

[1]*ВП НУБиП Украины «Бережанский агротехнический институт*

[2]*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*

Показана возможность использования результатов съемки деревьев с беспилотного летательного аппарата DJI Phantom 4 для определения горизонтальных проекций их крон. Установлено, что такой подход позволяет повышать качество, точность и скорость определения площади горизонтальной проекции кроны по актуальному картографическому материалу, обработанному в среде ГИС. Апробация предложенного способа проведена на базе лесных массивов и садово-парковых насаждений города Бережаны в Тернопольской области путем сравнения результатов, полученных с применением данного подхода и традиционным способом измерения. Установлено, что предложенный способ позволяет получать результаты высокой точности вследствие лучшей передачи конфигурации кроны фотографическими материалами БПЛА-съемки по сравнению с традиционными измерительными методами, которые дают информацию только о ее радиусах. Такой подход позволяет определять горизонтальные проекции крон деревьев при помощи программных средств с минимизацией трудоемких полевых работ и создает условия для сохранения информации в цифровом формате. Он может быть использован для нужд лесо- и паркоустройства, изучения взаимодействия древесных растений в насаждении, определения сомкнутости древостоя, проведения инвентаризации зеленых насаждений и других научных исследований.

К л ю ч е в ы е с л о в а: радиус кроны дерева, проекция кроны, беспилотный летательный аппарат, ортофотоплан.

E-mail: dimbid@ukr.net

Одержано редколегією: 02.12.2019

УДК 630.43:630.561.24

CC BY

https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.130

В. П. ВОРОН[1], Є. Є. МЕЛЬНИК[1], Є. В. ІВАНІЧЕВА[1], І. В. ТИМОЩУК[2], О. М. ТКАЧ[3]

ПІРОГЕННІ ЗМІНИ ҐРУНТІВ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ

[1]Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького
[2]ДП «Степовий ім. В. М. Виноградова філіал УкрНДІЛГА»
[3]Рівненське обласне управління лісового та мисливського господарства

Унаслідок низових пожеж відбуваються зміни фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунтів. Досліджено пірогенні зміни властивостей ґрунтів у чистих соснових лісах, що ростуть у різних природних зонах України. У соснових насадженнях після низових пожеж у результаті як часткового, так і повного згорання підстилки утворюється попіл, що в подальшому впливає на хімізм верхнього шару ґрунту. Подібні особливості відзначали в різних природних зонах України. Надходження попелу в ґрунт призводило до зростання pH верхнього гумусового горизонту. Оскільки таке явище є одноразовим, то в подальшому після дощів значення pH водного витягу знижувалося до природнього рівня. Причиною пірогенних змін є високий уміст у попелі лужних металів. Інтенсивність змін реакції та вмісту лужних катіонів залежить від рівня згорання підстилки. Найбільш відчутними є зміни у разі повного згорання підстилки. Зазначені зміни мають поверхневий характер, тобто переважно притаманні лише верхньому шару ґрунту. На більшій глибині реакція не відрізняється від контролю.
К л ю ч о в і с л о в а : лісова пожежа; підстилка, попіл, кислотність, іони.

Вступ. Унаслідок низових пожеж, коли температура горіння підстилки може сягати 655°C (Levchenko et al. 2015, Voron et al. 2016), змінюються структура, склад і властивості лісової підстилки й верхніх шарів ґрунту (Usenya 2002, Orlovskiy 2003, Maksimova & Abakumov 2013).

Зміни фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунтів відбуваються як унаслідок дії високих температур, так і в результаті надходження попелу (Pozdniakov 1953, De Bano & Conrad 1978, Sorokin 1983, Macadam 1987, Dymov et al. 2015, Santin & Doerr 2016).

Попіл, що утворився під час пожежі, має лужну реакцію (Krasnoshchekov 2014), тому реакція поверхневих горизонтів змінюється від кислої до слаболужної. В умовах Північного Степу України після пожежі pH верхнього шару ґрунту зростає з 5,1 до 6,8 (Raspopina 2011).

У результаті піролізу й мінералізації важкодоступних органо-мінеральних сполук верхнього шару ґрунту зростає вміст елементів живлення (Macadam 1987, Kutiel & Shaviv 1990), змінюється співвідношення обмінних катіонів у ґрунтовому поглинальному комплексі, амонійного й нітратного азоту в органогенних горизонтах ґрунту (Arefieva & Kolesnikov 1964). Проте в подальшому, у результаті вимивання опадами, уміст елементів живлення знижується (De Bano & Conrad 1978, McLean et al. 1983).

Властивості ґрунтів поступово стабілізуються протягом перших двох років після пожежі (Raspopina 2011), але мікробіологічна активність не відновлюється навіть через 10 років (Zwolicski et al. 2004).

Вплив пожеж на властивості ґрунтів може мати особливості залежно від фізико-географічних умов, типу насаджень, умов місцезростання та властивостей ґрунту, а також виду й інтенсивності пожежі (Pozdniakov 1953, Popova 1975, Bezkorovaynaya et al. 2005, Krasnoshchekov 2014). Тому вивчення характеру й ступеня пірогенних змін ґрунтів вже давно привертає увагу вчених.

Метою роботи було вивчення впливу низових пожеж різної інтенсивності на зміни хімізму ґрунтів у соснових насадженнях.

Матеріали й методи. Пірогенні зміни властивостей ґрунтів визначали в соснових лісах Полісся (ДП «Остківське ЛГ», ДП «Сарненське ЛГ» та ДП «Рокитнівське ЛГ», Рівненська область), Лісостепу (ДП «Жовтневе ЛГ», Харківська область) та Степу (ДП «Олешківське ЛМГ», Херсонська область). Пробні площі (ПП) закладено в чистих 50–70-річних сосняках, у найбільш поширених типах лісорослинних умов (ТЛУ) (B_2 та B_3 – для Полісся та Лісостепу; A_0-A_1 – для Степу). Аналіз ґрунту проводили як відразу після пожежі, так і в подальшому.

Оскільки раніше було встановлено, що під час пожеж температура ґрунту глибше 15 см суттєво не змінюється (Voron et al. 2018), зразки відбирали до цієї позначки в подібних за віком і складом соснових насадженнях, коли підстилка:

– повністю або частково згоріла;

– не була пошкоджена поза зоною пожежі (контроль).

У пірогенно пошкоджених сосняках за загальноприйнятими методиками (Yakist gruntu 2019) досліджували іонно-сольовий режим і катіонно-обмінні властивості ґрунтів:

– pH потенціометричним методом;

– вміст іонів у водному витягу;

– обмінні H^+ (за Соколовим), K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+};

– гідролітичну кислотність (за Каппеном);

– суму поглинених основ (за Каппеном-Гільковіцем);

– азот, що легко гідролізується (за Шконде-Корольовою);

– легкорозчинні фосфати (P_2O_5) та доступні форми калію (K_2O) (за Кірсановим).

Оцінювання pH проведено за шкалою де: <4,5 – екстремально кислі ґрунти; 4,5–5,0 – дуже сильнокислі; 5,0–5,5 – сильнокислі; 5,5–6,0 – середньокислі; 6,0–6,5 – слабокислі, 6,5–7,3 – нейтральні; 7,3–7,8 – слаболужні; 7,8–8,5 – середньолужні; 8,5–9,0 – сильнолужні; >9 – дуже сильнолужні (Fitzpatrick 1986).

Результати та обговорення. Реакція попелу підстилки, спаленої під час експерименту, досягала сильнолужного рівня (8,69). У соснових насадженнях у Поліссі значення pH попелу підстилки після пожежі було близьким до цього рівня – 8,63 (табл. 1). Хоча надходження попелу в ґрунт призводило до зростання pH верхнього гумусового горизонту (4,35–4,50) проти контролю (3,58–3,80), але реакція ґрунтів залишалася екстремально кислою. До того ж таке зростання зберігалося протягом незначного періоду. Після дощів значення pH водного витягу знижувалося до 4,00–4,20, а через місяць – до 3,9. Надалі, через 1–1,5 року після пожежі, значення pH знижувалося до 3,35, тобто ставало нижче за природній рівень.

Таблиця 1

Значення pH та вміст іонів у водному витягу верхнього гумусового горизонту ґрунтів пірогенно пошкоджених соснових насаджень у Поліссі

Період після пожежі, днів	Лісництво*-квартал-виділ	pH	Катіони, ммоль/100 г ґрунту					Аніони, ммоль/100 г ґрунту			Сума 1 + Сума 2
			K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Сума 1	Cl^-	HCO_3^-	Сума 2	
Попіл											
1	Р-54-27	8,63	1,01	7,40	24,30	6,90	39,61	5,40	3,00	8,40	48,01
Верхній шар ґрунту											
1	Р-54-27	4,50	0,05	0,13	0,40	0,18	0,76	0,24	0,32	0,56	1,32
1	Р-54-27	4,35	0,03	0,12	0,38	0,13	0,66	0,19	0,30	0,57	1,23
1	Р-54-27	4,40	0,03	0,13	0,35	0,15	0,66	0,18	0,36	0,54	1,20
7	Б-31-25	4,20	0,02	0,03	0,09	0,06	0,20	0,15	0,25	0,40	0,60
7	С-106-7	4,00	0,02	0,04	0,13	0,08	0,27	0,16	0,27	0,43	0,70
30	Р-54-27.	3,90	0,02	0,04	0,09	0,09	0,24	0,14	0,18	0,32	0,56
360	С-106-2	3,35	0,02	0,04	0,01	0,06	0,13	0,12	0,21	0,33	0,46
480	Р-21-42	3,35	0,01	0,03	0,08	0,01	0,13	0,20	0,15	0,35	0,48
Контроль	С-106-7	3,80	0,01	0,03	0,07	0,03	0,14	0,14	0,15	0,29	0,43
Контроль	Р-54-27	3,68	0,01	0,03	0,10	0,04	0,18	0,14	0,18	0,32	0,50
Контроль	Р-21-42	3,58	0,01	0,03	0,09	0,03	0,16	0,16	0,16	0,30	0,46
Контроль	Р-54-27	3,66	0,01	0,02	0,05	0,03	0,11	0,14	0,20	0,34	0,45

*Р – Рокитнівське лісництво ДП «Рокитнівське ЛГ»; Б – Біловіжське лісництво ДП «Остківське ЛГ»; С – Страшівське лісництво ДП «Сарненське ЛГ».

Сума лужних катіонів у водному витягу з верхнього горизонту в пошкоджених пожежею насадженнях у перші дні після пожежі становила 0,65–0,76 ммоль/100 г ґрунту. Вже через тиждень вона знижувалася до 0,20–0,27 ммоль/100 г ґрунту, а через 1–1,5 року становила

лише 0,13 ммоль/100 г ґрунту. Тобто, як порівняти з контролем (0,11–0,18 ммоль/100 г ґрунту), відразу після пожежі сума лужних катіонів зростає в 4,22–5,91 разу. Але вже через тиждень цей показник суттєво знижується в 1,5–1,82 разу. Через триваліший час – один рік – цей показник поступово зменшувався й наближався до рівня контролю. За вмістом катіони розташовувалися в такому порядку: $Ca^{2+} > Mg^{2+} > Na^{+} > K^{+}$. Але якщо вміст катіонів кальцію зростав у 3,7–8,0 разу, магнію – у 5,8–7,0 разу, натрію – у 4,6–7,9 разу, то калію – лише у 2,8–3,0 разу. Сума аніонів у водному витягу через різні періоди після пожежі різнилася меншою мірою: в перший день після пожежі її значення сягало 0,54–0,57 ммоль/100 г ґрунту, через тиждень – 0,40–0,43, а через місяць знижувалося до рівня контролю – близько 0,32 ммоль/100 г ґрунту.

Як бачимо, надходження попелу до ґрунту призводить насамперед до зростання вмісту лужних катіонів у водному витягу. Але в дуже кислих ґрунтах Полісся це явище має короткочасний характер, оскільки лужні катіони завдяки випаданню значної кількості опадів досить швидко вимиваються. Подібна ситуація виявляється з обмінними катіонами, які пов'язані ґрунтовим вбирним колоїдним комплексом (табл. 2). У досліджуваних ґрунтах сума увібраних основ є дуже низькою – менше ніж 3,0 ммоль/100 г ґрунту. Після надходження попелу в ґрунт величина місткості катіонного обміну зростає проти контролю трохи більше ніж у 2 рази. Але вже за тиждень вона знову знижується до рівня 2,54–2,56 ммоль/100 г ґрунту. Таке значення утримується й надалі. І хоча воно є дещо вищим, ніж на контролі, проте відповідає дуже низькому рівню.

Таблиця 2

Уміст обмінних катіонів у верхньому гумусовому горизонті ґрунтів пірогенно пошкоджених соснових насаджень у Поліссі

Період після пожежі, днів	Лісництво*-квартал-виділ	Гідролітична кислотність, ммоль/100 г ґрунту	Обмінні катіони, ммоль/100 г ґрунту					% насичення основами
			K^{+}	Na^{+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Сума	
Попіл								
1	Р-54-27	0	55,01	1,45	54,38	17,07	127,91	100,00
Верхній шар ґрунту								
1	Р-54-27	130,60	1,19	0,71	4,38	7,19	13,47	64,10
1	Р-54-27	5,91	0,20	0,48	1,88	2,69	5,25	93,96
1	Р-54-27	8,97	0,21	0,55	1,25	1,00	3,01	83,61
7	Б-31-25	3,94	0,19	0,28	1,03	1,07	2,56	92,22
8	С-106-7	6,34	0,18	0,4	1,02	0,94	2,54	86,19
30	Р-54-27	4,59	0,18	0,65	1,02	0,82	2,66	89,05
360	С -106-2	24,28	0,18	0,45	1,13	0,75	2,51	61,10
480	Р-21-42	7,44	0,19	0,45	1,13	0,82	2,58	84,11
Контроль	С-106-2	5,03	0,14	0,39	1,02	0,82	2,36	88,04
Контроль	С-106-7	8,97	0,16	0,38	1,07	0,75	2,36	80,40
Контроль	Р-54-27	15,75	0,13	0,58	1,00	0,82	2,53	70,12
Контроль	Р-21-42	5,69	0,13	0,39	1,00	0,88	2,40	86,98
Контроль 1 місяць	Р-54-27	10,50	0,14	0,38	1,13	0,82	2,46	78,90

*Р – Рокитнівське лісництво ДП «Рокитнівське ЛГ»; Б – Біловіжське лісництво ДП «Остківське ЛГ»; С – Страшівське лісництво ДП «Сарненське ЛГ».

Уміст обмінного кальцію на контролі (1,0–1,13 ммоль/100 г ґрунту) відповідає дуже низькому, а вміст магнію (0,75–0,88 ммоль/100 г ґрунту) – середньому рівню. Відразу після пожежі вміст обмінного кальцію зріс проти контролю у 2,1–2,5 разу, а магнію – в 1,9–2,4 разу, що відповідає середньому й високому рівню відповідно. Проте, як і у випадку з водним витягом, уміст обмінних катіонів практично відразу почав знижуватися. Значно меншими були коливання вмісту обмінних калію й натрію.

Важливим є співвідношення в ґрунтовому колоїдному вбирному комплексі між обмінними катіонами H^+ і $A1^{3+}$ та Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, Na^+ (див. табл. 2). Перші характеризують потенційну (гідролітичну) кислотність ґрунту, інші – місткість катіонного обміну, або суму увібраних основ. Поряд зі зростанням умісту лужних катіонів відбувається зменшення вмісту катіонів H^+ і $A1^{3+}$, тобто гідролітичної кислотності. Після пожежі вона знижується до 5,69–5,91 ммоль/100 г ґрунту, у той час як на контролі коливається від 8,03 до 10,05 ммоль/100 г ґрунту. Якщо після пожежі з часом уміст обмінних лужних катіонів знижується практично до рівня контролю, то гідролітична кислотність навіть через два роки після пожежі є меншою, ніж на контролі.

У сосняках Лісостепу реакція попелу підстилки, яка частково або повністю згоріла, відразу після пожежі коливалася від нейтральної (7,0) до сильнолужної (8,7). Через два тижні після пожежі за повного згорання підстилки вона знизилася до нейтральної (6,85), а за часткового – до слабокислої (6,20). Через три місяці після пожежі значення pH попелу знизилося ще більше, у разі повного згорання підстилки – до 5,70, у разі часткового – до 4,48. Це практично є близьким до кислотності дернових слаборозвинених опідзолених ґрунтів, pH верхнього горизонту яких становить від 4,52 до 4,67 од. (табл. 3).

Таблиця 3

Значення **pH водного витягу ґрунтів пірогенно пошкоджених соснових насаджень в умовах Лісостепу**

Глибина відбору, см	Період після пожежі, днів		
	14	90	480
Контроль			
0–2	4,67	4,48	4,50
2–5	4,62	4,62	4,29
5–10	4,52	4,52	4,33
Підстилка частково згоріла			
Попіл	6,20	4,48	–
0–2	4,75	4,65	4,47
2–5	4,35	4,58	4,53
5–10	4,54	4,82	4,60
Підстилка повністю згоріла			
Попіл	6,85	5,70	–
0–2	6,34	4,58	4,82
2–5	4,50	4,74	4,65
5–10	4,46	4,64	4,65

Величина pH верхнього шару (0–5 см) гумусового горизонту через два тижні після пожежі за повного згорання підстилки збільшується до 6,34 проти природного рівня на контролі 4,67, а за часткового згорання становить лише 4,75, що було дещо більшим проти контролю – 4,62. Через три місяці значення pH за повного згорання зменшилася до 4,58, а за часткового – до 4,65, що було навіть меншим, ніж на контролі.

На контролі впродовж усього періоду досліджень значення pH ґрунту майже не змінювалося. За часткового згорання підстилки навіть у верхньому шарі ґрунту виявлено незначні зміни pH. Значні зміни реакції верхнього шару ґрунту встановлено лише в разі повного згоранні підстилки – значення pH знизилося до 4,82. На більшій глибині реакція не відрізнялася від контролю. Через 3 місяці на всій глибині значення pH було подібним до такого на контролі (табл. 3.)

Причиною зменшення кислотності ґрунту є збільшення вмісту водорозчинних лужних катіонів і гідрокарбонатів. Сумарний уміст лужних катіонів у попелі за часткового згорання підстилки становить 2,39 ммоль/100 г ґрунту, а за повного – 7,27 ммоль/100 г ґрунту, що є у 8–10 разів більшим, ніж у верхньому горизонті ґрунту (табл. 4).

У попелі підстилки вміст лужних катіонів був значно вищим, ніж у гумусовому горизонті. Якщо підстилка повністю згоріла, то в ній сума лужних елементів зростала до 0,98 ммоль/100 г ґрунту, тобто в рази більше, ніж на контролі. За часткового згорання

підстилки такої різниці не виявляли. Водночас через 3 місяці після пожежі в разі часткового згорання підстилки відзначено зростання суми лужних елементів, а в разі повного – навпаки – зменшення. Через півтора року в обох випадках визначали зменшення суми лужних елементів, у кожному разі їх вміст був вищим, ніж на контролі. Зі збільшенням глибини відбору суми лужних елементів зменшуються. Максимальну різницю (майже в 9 разів) зафіксовано в разі повного згорання підстилки.

Таблиця 4

Сума іонів у водному витягу ґрунтів пірогенно пошкоджених соснових насаджень в умовах Лісостепу, ммоль/100 г ґрунту

Глибина відбору, см	Катіони			Аніони			Сума		
	Період після пожежі, днів								
	14	90	480	14	90	480	14	90	480
Контроль									
0–2	0,30	0,15	0,16	0,30	0,21	0,40	0,60	0,36	0,56
2–5	0,28	0,11	0,12	0,26	0,22	0,41	0,54	0,33	0,53
5–10	0,16	–	–	0,19	–	0,36	0,35	–	–
Підстилка частково згоріла									
Попіл	2,39	1,31	–	2,76	2,04	–	5,15	3,35	–
0–2	0,23	0,51	0,20	0,58	0,35	0,22	0,81	0,86	0,42
2–5	0,24	0,11	0,18	0,30	0,22	0,22	0,54	0,33	0,40
5–10	0,10	0,09	0,18	0,22	0,24	0,20	0,32	0,33	0,38
Підстилка повністю згоріла									
Попіл	7,27	1,59	–	4,80	1,68	–	12,07	3,27	–
0–2	0,98	0,36	0,24	0,59	0,21	0,24	1,57	0,57	0,48
2–5	0,11	0,11	0,17	0,15	0,18	0,19	0,26	0,29	0,36
5–10	0,13	0,08	0,17	0,14	0,19	0,18	0,27	0,27	0,35

Уміст калію та кальцію у водному витягу з попілу через 2 тижні після пожежі був більше ніж у 10 разів вищим, ніж у верхньому горизонті ґрунту пошкоджених пожежею насаджень та на контролі, магнію – в 6–10 разів, натрію в 3–6 разів більшим. Уміст гідрокарбонатів збільшився у 12 разів (табл. 5, 6). У випадку, якщо підстилка згоріла не повністю, відзначено зростання вмісту гідрокарбонатів у 4,5 разу, а через три місяці – зростання у 2–4 рази вмісту лужних катіонів і гідрокарбонатів. Тобто на момент першого аналізу попелу лужні елементи завдяки підстилці не потрапляли до ґрунту. Дещо інші тенденції виявлено в ґрунтах, в яких підстилка згоріла повністю. Загальний уміст лужних катіонів збільшився в 30 разів, як порівняти з контролем. Особливо значних змін зазнав уміст кальцію. Суттєво збільшився вміст гідрокарбонатів. У зразках ґрунту, отриманих через три місяці після пожежі, відбулося значне зменшення вмісту лужних катіонів (за винятком натрію), але у верхньому шарі їхній рівень суттєво перевищував контроль. Оскільки збільшення pH ґрунтів у результаті надходження до ґрунту лужного попелу, який утворюється під час згорання мортмаси підстилки та органічних речовин, – явище одноразове, надалі лужні елементи поступово вимиваються, і значення pH знижується до природного (див. табл. 5, 6).

Таблиця 5

Уміст катіонів у водному витягу ґрунтів пірогенно пошкоджених соснових насаджень у Лісостепу, ммоль/100 г ґрунту

Глибина відбору, см	K^+			Na^+			Ca^{2+}			Mg^{2+}		
	Період після пожежі, днів											
	14	90	480	14	90	480	14	90	480	14	90	480
Контроль												
0–2	0,02	0,01	0,02	0,05	0,01	0,01	0,06	0,03	0,03	0,06	0,04	0,04
2–5	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,09	0,03	0,03
5–10	0,01	–	0,01	0,05	–	–	0,02	–	–	0,04	–	–

Закінчення табл. 5

Глибина відбору, см	K^+			Na^+			Ca^{2+}			Mg^{2+}		
	Період після пожежі, днів											
	14	90	480	14	90	480	14	90	480	14	90	480
Підстилка частково згоріла												
Попіл	0,28	0,20	–	0,31	0,09	–	0,54	0,30	–	0,36	0,21	–
0–2	0,02	0,04	0,01	0,05	0,03	0,02	0,03	0,10	0,05	0,06	0,12	0,03
2–5	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,02	0,02	0,03	0,05	0,08	0,02	0,03
5–10	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,05	0,03	0,02	0,03
Підстилка повністю згоріла												
Попіл	0,35	0,18	–	0,14	0,09	–	3,39	0,30	–	0,62	3,63	–
0–2	0,04	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,32	0,12	0,05	0,14	0,04	0,05
2–5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,03	0,01	0,04
5–10	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,04	0,03	0,02	0,03

Таблиця 6

Уміст аніонів у водному витягу ґрунтів пірогенно пошкоджених соснових насаджень у Лісостепу, ммоль/100 г ґрунту

Глибина відбору, см	Cl^-			HCO_3^-		
	Період після пожежі, днів					
	14	90	480	14	90	480
Контроль						
0–2	0,22	0,17	0,30	0,08	0,04	0,10
2–5	0,22	0,18	0,29	0,04	0,04	0,12
5–10	0,16	–	0,30	0,03	–	0,06
Підстилка частково згоріла						
Попіл	1,08	1,08	–	1,68	0,96	–
0–2	0,22	0,20	0,16	0,36	0,15	0,06
2–5	0,20	0,14	0,18	0,10	0,08	0,04
5–10	0,18	0,18	0,14	0,04	0,06	0,06
Підстилка повністю згоріла						
Попіл	0,96	0,96	–	3,84	0,72	–
0–2	0,15	0,13	0,18	0,44	0,08	0,06
2–5	0,12	0,14	0,13	0,03	0,04	0,06
5–10	0,10	0,15	0,13	0,04	0,04	0,05

Уміст гумусу, рухомих форм N P K та обмінних катіонів у верхньому горизонті ґрунтів (0–5 см) на контролі впродовж усього досліджуваного періоду після пожежі змінювався без чіткої тенденції зростання або зменшення (табл. 7). Щодо пошкоджених пожежею насаджень, то в них у верхньому горизонті ґрунтів збільшився вміст гумусу та рухомого фосфору, зменшився вміст азоту, що легко гідролізується, та рухомого калію. Уміст обмінних катіонів зменшився як за часткового, так і за повного згорання підстилки. Така тенденція не збігається з виявленими змінами на Поліссі.

Таблиця 7

Уміст гумусу, рухомих форм **N P K та обмінних катіонів у верхньому горизонті ґрунтів пірогенно пошкоджених соснових насаджень у Лісостепу**

Період після пожежі, днів	Гумус, %	N*	P_2O_5	K_2O	Обмінні катіони				
			рухомі (за Кірсановим)		K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Сума
		мг/кг ґрунту			ммоль/100 г ґрунту				
Контроль									
14	0,49	53,2	3,5	25,1	0,16	0,73	1,13	1,13	3,14
90	0,43	49,3	4,5	30,6	0,19	0,65	1,25	1,05	3,14
480	0,55	44,6	2,5	51,5	0,14	0,80	1,38	1,13	3,44
Підстилка частково згоріла									
14	0,55	36,5	3,7	21,6	0,16	0,60	0,88	0,63	2,26

Закінчення табл. 7

Період після пожежі, днів	Гумус, %	N *	P_2O_5	K_2O	Обмінні катіони				
			рухомі (за Кірсановим)		K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Сума
		мг/кг ґрунту			ммоль/100 г ґрунту				
90	0,63	32,2	5,3	25,6	2,10	0,76	0,78	1,25	3,00
480	0,47	40,5	4,5	17,5	0,14	0,80	1,35	0,94	3,23
Підстилка повністю згоріла									
14	0,89	40,6	4,9	19,1	0,18	0,64	0,63	0,63	2,07
90	0,51	28,2	4,5	15,6	0,18	0,70	1,13	1,10	3,11
480	0,62	53,0	5,3	22,5	0,14	1,24	1,25	0,57	3,20

*Азот, що легко гідролізується.

В умовах Степу в чистих соснових насадженнях після пожежі реакція попілу змінювалася від середньолужної (8,41) до слаболужної (7,57). Надходження лужного попелу в ґрунт призводило до певного підлуговування, а значення pH верхнього гумусового горизонту (0–5 см) було на рівні «середньокислі» й відрізнялося від зразків на більшій глибині (5–10 см – «сильнокислі», 10–15 см – від «сильнокислі» до «дуже сильнокислі») (табл. 8). Хоча значення pH верхнього гумусового горизонту пірогенно пошкодженого сосняку зросло до 4,35–4,50, що було значно вищим, ніж у непошкоджених пожежею сосняках (3,58–3,80) (див. табл. 2), ґрунти лишалися «дуже сильнокислими».

Таблиця 8

Значення pH ґрунту та вміст іонів у водному витягу ґрунтів на різній глибині в соснових насадженнях із повністю згорілою підстилкою через 40 днів після пожежі в умовах Степу

Лісництво*-квартал	Глибина відбору, см	pH	Катіони, ммоль/100 г ґрунту					Аніони, ммоль/100 г ґрунту			Сума 1 + Сума 2
			K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Сума 1	Cl^-	HCO_3^-	Сума 2	
О-18	0–2 – попіл	7,57	0,10	0,05	0,44	0,54	1,12	0,36	0,80	1,16	2,28
	2–5	5,54	0,01	0,04	0,06	0,04	0,15	0,18	0,18	0,36	0,51
	5–10	5,24	0,01	0,04	0,06	0,04	0,15	0,18	0,11	0,29	0,44
	10–15	5,20	0,01	0,04	0,06	0,04	0,15	0,18	0,12	0,30	0,45
О-18	0–2 – попіл	7,78	0,30	0,07	0,48	1,66	2,51	0,52	1,56	2,08	4,59
	2–-5	5,71	0,03	0,04	0,05	0,08	0,20	0,16	0,12	0,28	0,48
	5–-10	5,07	0,02	0,03	0,05	0,04	0,14	0,16	0,08	0,24	0,38
	10–15	4,88	0,01	0,04	0,05	0,05	0,15	0,16	0,14	0,30	0,45
К-19	0 – 2 – попіл	8,41	0,26	0,08	1,01	1,55	2,90	0,60	0,92	1,52	4,42
	2–5	4,82	0,01	0,03	0,08	0,07	0,18	0,17	0,06	0,23	0,41
	5–10	4,74	0,01	0,03	0,05	0,04	0,13	0,17	0,06	0,23	0,36
	10–15	4,68	0,01	0,03	0,05	0,03	0,12	0,17	0,10	0,27	0,39
Р-19 – Контроль	0–2	5,66	0,01	0,03	0,05	0,04	0,13	0,18	0,11	0,29	0,42
	2–5	5,35	0,01	0,03	0,04	0,04	0,12	0,18	0,06	0,24	0,36
	5–10	5,45	0,01	0,03	0,05	0,03	0,12	0,18	0,06	0,24	0,36
	10–15	5,73	0,01	0,03	0,05	0,04	0,13	0,18	0,12	0,30	0,43

*О – Олешківське лісництво; К – Костогрицівське лісництво, Р – Раденське лісництво.

Властивості верхнього шару піщаних ґрунтів після пожежі мають виразний пірогенний характер (табл. 8, 9).

У попелі згорілої підстилки виявлено високий уміст катіонів у водному витягу. Такі значення суттєво перевищують показники на більшій глибині. Уміст катіонів K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} на глибині 5, 10 та 15 см є однаковим, тобто вплив пожежі на вміст цих елементів не виявлено. Подібне явище є характерним і для аніонів Cl^-, HCO_3^-: їхня кількість на глибині від 5 до 15 см була майже однаковою, але помітно відрізнялася від верхнього шару (від трьох до одинадцяти разів) (табл. 8).

Таблиця 9

Уміст обмінних катіонів у ґрунті пірогенно пошкоджених соснових насаджень у Степу, ммоль/100г ґрунту

Лісництво*-квартал	Глибина відбору, см	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Сума
О-18	0–2 – попіл	2,24	3,08	22,51	4,38	32,21
	2–5	0,14	1,03	1,63	0,94	3,74
	5–10	0,10	1,06	2,06	1,06	4,28
	10–15	0,13	1,30	1,25	1,81	4,49
О-18	0–2 – попіл	2,85	3,57	24,38	17,53	48,33
	2–5	0,27	1,36	1,75	2,06	5,44
	5–10	0,22	1,33	1,75	2,31	5,61
	10–15	0,18	1,33	1,53	1,06	4,10
К-19	0–2 – попіл	1,73	2,91	20,53	6,31	31,48
	2–5	0,10	1,17	1,56	1,25	4,08
	5–10	0,14	1,36	1,25	1,31	4,06
	10–15	0,14	1,54	1,56	1,88	5,12
Р-19-Контроль	0–2 – попіл	0,19	1,55	1,56	1,25	4,55
	2–5	0,15	1,66	1,38	1,94	5,13
	5–10	0,13	1,41	1,63	1,38	4,55
	10–15	0,16	1,63	1,25	1,19	4,23

*О – Олешківське лісництво; К – Костогрицівське лісництво, Р – Раденське лісництво.

Схожу тенденцію виявлено й для обмінних катіонів (див. табл. 9). Так, у верхньому шарі зі згорілою підстилкою вміст K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} був у кілька десятків разів вищим, ніж на більшій глибині відбору. Уміст майже всіх обмінних катіонів на глибині 5 та 10 см виявився трохи більшим, ніж на глибині 15 см, але суттєво не різнився практично на всіх ПП.

Висновки. В соснових насадженнях у Поліссі після пожежі pH попелу підстилки завдяки високому вмісту лужних металів досягав 8,63. Надходження попелу до ґрунту призводило до зростання pH верхнього гумусового горизонту. Оскільки таке внесення є одноразовим, то в подальшому після дощів реакція ґрунтів знижувалася до природнього екстремально кислого рівня. Схожі тенденції відзначали й в інших природних зонах України.

Надходження попелу до ґрунту призводить до зростання вмісту лужних катіонів у водному витягу та обмінних катіонів, які пов’язані ґрунтовим вбирним колоїдним комплексом. Але в кислих ґрунтах соснових лісів України це явище має короткочасний характер, оскільки лужні катіони досить швидко вимиваються.

Інтенсивність пірогенних змін реакції ґрунтів і вмісту лужних катіонів залежить від рівня згорання підстилки. Найвідчутнішими були зміни у разі повного згорання підстилки.

У пошкоджених пожежею насадженнях у Лісостепу у верхньому горизонті збільшився вміст гумусу та рухомого фосфору, зменшився вміст азоту, що легко гідролізується, та рухомого калію.

Зазначені пірогенні зміни характерні лише для верхнього шару ґрунту. На більшій глибині хімізм ґрунтів не відрізняється від контролю.

Виявлені тенденції пірогенних змін потребують детальнішого, глибшого вивчення і встановлення особливостей у різних природних зонах.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Arefieva, Z. N. and Kolesnikov, B. P. 1964. Dinamika ammiachnogo i nitratnogo azota v lesnykh pochvakh Zauralia pri vysokikh i nizkikh temperaturakh [Dynamics of ammonia and nitrate nitrogen in forest soils of the Trans-Urals at high and low temperatures]. Pochvovedenie [Soil science], 3: 30–45 (in Russian).

Bezkorovaynaya, Y. N., Ivanova, G. A., Tarasov, P. A., Bohorodskaya, A. V. 2005. Pyrogennaya transformatsiya pochv sosnyakov sredney taigy Krasnoyarskogo kraya [Pyrogenic transformation of pine stand soil in Middle Taiga of Krasnoyarsk]. Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal [Contemporary Problems of Ecology], 1: 143–152 (in Russian).

De Bano, L. F. and Conrad, C. E. 1978. The effect of fire on nutrients in a chaparral ecosystem. Ecology, 59: 89–97.

Dymov, A. A., Dubrovskiy, Yu. A., Gabov, D. N., Zhangurov, E. V., Nizovtsev, N. A. 2015. Vliyanie pozhara v severotaezhnom elnyke na organicheskoe veshchestvo pochvy [Fire impact on soil organic matter in spuce stand in Northern Taiga]. Lesovedenie [Russian Journal of Forest Science], 1: 52–63 (in Russian).

Fitzpatrick, E. A. 1986. An introduction to soil science. 2nd ed. Harlow, Longman, 255 p.

Krasnoshchekov, Yu. N. 2014. Vliyanie pirogennogo faktora na serogumusovye pochvy sosnovykh lesov v tsentralnoy ekologycheskoy zone Baykalskoy prirodnoy territorii [Pyrogenic impact on gray humus soils of pine forests in the Central Ecological Zone of the Baikal Lake natural territory]. Sybyrskiy Lesnoy Zhurnal [Siberian Journal of Forest Science], 2: 43–52 (in Russian).

Kutiel, P. and Shaviv, A. 1990. Effects of soil types, plant composition and leaching processes on soil nutrients following a simulated forest fire. In: Proceedings of International Conference of Forest Fire C.03, 12 p.

Levchenko, V. V., Borsuk, O. A., Borsuk, A. A. 2015. Lisovi horyuchi materialy [Forest fuel]. Kyiv, NULES, 237 p. (in Ukrainian).

Macadam, A. M. 1987. Effects of broadcast slash burning on fuel and soil chemical properties in the Sub-boreal Spruce Zone of central British Columbia. Can. J. For. Res., 17: 1577–1584.

MacLean, D. A., Woodley, S. J., Weber, M. G., Wein, R. 1983. Fire and nutrient cycling. In: Wein, R. and MacLean, D. A. (Eds.). The role of fire in Northern Circumpolar Ecosystems. SCOPE 18. New York, John Wiley and Songs Ltd., p. 111–132.

Maksimova, E. Yu. and Abakumov, E. W. 2013. Vozdeystvie lesnykh pozharov na pochvennyy pokrov na primere postpirogennykh territoriy Samarskoy oblasti [Influence of wildfires on soils on the example of postpyrogenic territories of the Samara Region]. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk [Izvestiya of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 15(3): 2088–2091 (in Russian).

Orlovskiy, S. N. 2003. Lesnye i torfyanye pozhary, praktika ih tusheniya v usloviyah Sibiri [The forest and peat fires, practice of their suppression in the Siberia]. Krasnoyar. gos. agrar. un-t. Krasnoyarsk, 163 p. (in Russian).

Popova, E. P. 1975. Vliyanie nizovykh pozharov na svoystva lesnykh pochv Priangaria [Influence of ground fires on the properties of forest soils of Priangarie]. In: Okhrana lesnykh resursov Sibiri [Protection of forest resources of Siberia]. Krasnoiarsk, ILiD SO AN USSR, p. 166–178 (in Russian).

Pozdniakov L. K. 1953. Vliyanie beglykh nizovykh pozharov na rezhim vlazhnosti i temperaturu pochvy [Influence of surface fires on the moisture regime and soil temperature]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry], 4: 62–63 (in Russian).

Raspopina, S. P. 2011. Zmina lisoroslynnykh vlastyvostei gruntiv na zgharyshchakh v umovakh Pivnichnoho Stepu [Changes of forest-growing capabilities of soils in lands after fires in conditions of Northern Steppe]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 118: 164–170 (in Ukrainian).

Santin, C. C. and Doerr, S. H. 2016. Fire effects on soils. The human dimension. Philos. Trans. R. Soc., B: Biological Sciences, 371: Article 20150171.

Sorokin, N. D. 1983. Vliyanye lesnykh pozharov na biologicheskuyiu aktivnost pochv [Effect of forest fires on soil biological activity]. Lesovedenie [Russian Journal of Forest Science], 4: 24–28 (in Russian).

Usenya, V. V. 2002. Lesnye pozhary, posledstviya i borba s nimi[Forest fires and their consequences]. Gomel, IL NAN Belarusi, 206 p.

Voron, V. P., Borysenko, V. H., Barabash, I. O., Muntian, V. K., Tkach, O. M., Sydorenko, S. H., Melnyk, Ye. Ye. 2018. Vplyv teplovoho vyprominyuvannya na lisovi grunty [Influence of thermal radiation on forest soils]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 132: 105–114 (in Ukrainian).

Voron, V. P., Borysenko, V. H., Tkach, O. M., Muntian, V. K., Barabash, I. O. 2016. Parametry horinnya pidstylky sosnovykh lisiv Ukrayinskoho Polissya [Burning parameters of litter from Ukrainian Polissya pine forests]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 129: 130–138 (in Ukrainian).

Yakist gruntu. Epicentr zakonodavchich aktiv. 2019. [Electronic resource]. Available from: http://epicentre.com.ua/dstu-7845-2015-nrm27573.html (last accessed date 18.09.2019) (in Ukrainian).

Zwolicski J., Matuszczyk I., Hawrys Z. 2004. Wlasciwosci chemiczne gleb i igiel sosny oraz aktywnosc mikrobiologiczna gleb na terenie pozarzysk lesnych z 1992 roku w nadlesnictwach Rudy Raciborskie i Potrzebowice [Chemical properties of soils and scots pine needles and microbiological activity of soils on forest areas burnt in 1992 in forest districts of Rudy Raciborskie and Potrzebowice]. Lesne Prace Badawcze [Late research works],1: 119–133 (in Poland).

Voron V. P.[1], Melnyk Ye.Ye.[1], Ivanicheva Ye. V.[1] , Timochuk I. V.[2], Tkach O. M.[3]

POST-FIRE CHANGES IN SOIL OF PINE STANDS

[1]*Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky*
[2]*State Enterprise "Steppe Branch of URIFFM named after V. M. Vinogradov"*
[3]*Rivne Regional Department of Forestry and Hunting*

As a result of ground fires, changes in the physical, chemical and biological properties of soils occur. Pyrogenic changes in soil properties were studied in pure pine forests growing in different natural zones of Ukraine. As a result of both partial and complete combustion of the litter, ash is formed in pine stands after ground fires, which subsequently affects the chemistry of the upper soil layer. Similar features were noted in various natural zones of Ukraine. The intake of ash in the soil led to an increase in the pH of the upper humus horizon. Since this phenomenon is a one-time

occurrence, in the future after rains the pH value of the water extract decreased to a natural level. The cause of the pyrogenic changes is the high content of alkali metals in the ash. The intensity of changes in the reaction and the content of alkaline cations depend on the level of combustion of the litter. The most noticeable changes occur when the litter is completely burned. These changes are superficial, that is, they are mainly characteristic only of the upper soil layer. At greater depths, the reaction is no different from control.

K e y w o r d s : forest fire, forest litter, ash, acidity, ions.

Ворон В. П.[1], Мельник Е. Е.[1], Иваничева Е. В.[1], Тимощук И. В.[2], Ткач О. Н.[3]

ПИРОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЧВ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

[1]*Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого*

[2]*ГП «Степной им. В. М. Виноградова филиал УкрНИИЛХА»*

[3]*Ровненское областное управление лесного и охотничьего хозяйства*

В результате низовых пожаров происходят изменения физико-химических и биологических свойств почв. Исследованы пирогенные изменения свойств почв в чистых сосновых лесах, растущих в разных природных зонах Украины. В сосновых насаждениях после низовых пожаров в результате как частичного, так и полного сгорания подстилки образуется зола, что в дальнейшем влияет на химизм верхнего слоя почвы. Подобные особенности отмечались в разных природных зонах Украины. Поступления пепла в почву приводило к росту pH верхнего гумусового горизонта. Поскольку такое явление является одноразовым, то в дальнейшем после дождей значение pH водной вытяжки снижалось до естественного уровня. Причиной пирогенных изменений является высокое содержание в золе щелочных металлов. Интенсивность изменений реакции и содержания щелочных катионов зависит от уровня сгорания подстилки. Наиболее ощутимые изменения происходят при полном сгорании подстилки. Указанные изменения имеют поверхностный характер, то есть в основном характерны только для верхнего слоя почвы. На большей глубине реакция не отличается от контроля.

К л ю ч е в ы е с л о в а : лесной пожар, подстилка, зола, кислотность, ионы.

E-mail: voron@uriffm.org.ua

Одержано редколегією: 23.09.2019

УДК: 630.561.24

https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.140

***І. М. КОВАЛЬ*[1], *В .О. ВОРОНІН*[2]**

РЕАКЦІЯ РАДІАЛЬНОГО ПРИРОСТУ *PINUS SYLVESTRIS* L. НА ЗМІНУ КЛІМАТУ В НАСАДЖЕННЯХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

[1]*Український науково-дослідний інститут лісівництва та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького*
[2]*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна*

Досліджено особливості реакції радіального приросту сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) на зміну клімату в середньовіковому чистому сосновому насадженні Лівобережного Лісостепу. Використано стандартні дендрохронологічні методики. Виявлено роки мінімального приросту: 1975, 1987 та 2013, що обумовлено високими середньорічними температурами 1975 та 2013 рр. і низькими зимовими температурами 1987 р. Роки максимального приросту (1944, 1957, 1978 та 2004.) відзначалися оптимальним співвідношенням тепла й вологи. Виявлено взаємозв'язки між радіальним приростом сосни й опадами та температурами за два періоди – 1960–1992 та 1985–2017 рр. У другому періоді дерева стали більш чутливими до погодних стрес-чинників унаслідок потепління, про що свідчать результати кореляційного аналізу та функції відгуку. Збільшилася кількість значущих зв'язків між радіальним приростом і кліматичними чинниками в другому періоді внаслідок ослаблення насадження, викликаного зміною клімату. Посилився негативний вплив температур попереднього року та вегетаційного періоду поточного року на радіальний приріст сосни.
К л ю ч о в і с л о в а : *Pinus sylvestris* L., радіальний приріст, зміна клімату, опади, температура.

Вступ. Ліси сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) займають площу понад 28 млн га в Європі, або близько 12 % її ареалу у світі (Mason & Alia 2000). Сосна звичайна є однією з основних лісоутворювальних порід в Україні. Вона поширена на Поліссі, у північній частині Лісостепу, іноді – на піщаних терасах рік північної частини Степу. В Україні соснові ліси займають близько 2,5 млн га, або 34 % площі, зайнятої лісами (Bondar 2019).

Упродовж останніх років відбувається масове всихання сосни звичайної в Україні та світі. Це пов'язане насамперед із кліматичними змінами: підвищенням температури повітря та зниженням кількості опадів улітку й підвищенням їхньої кількості взимку майже в усіх частинах Європи (Fischer et al. 2011). Середня температура в Україні за останні десять років підвищилася на 0,3–0,6°C (за останні 100 років – на 0,7°C) (Didukh 2009). Це призводить до ослаблення захисних функцій дерев і сприяє розмноженню стовбурових комах, які прискорюють відмирання сосняків (Bréda et al. 2006, Eilmann et al. 2010, Meshkova 2019).

Дендрохронологічні та дендрокліматологічні методи є ефективним засобом для виявлення домінантних чинників, які впливають на радіальний приріст дерев. Щорічна послідовність сприятливих і несприятливих погодних умов відбивається на чергуванні широких та вузьких кілець дерев (Fritts 1976). Для розуміння впливу клімату на радіальний приріст у дендрокліматології та дендроіндикації широко використовують сосну звичайну, яка є надзвичайно чутливою до зміни умов довкілля (Misi et al. 2019). Стратегії адаптації, спрямовані на пом'якшення наслідків глобального потепління для лісових екосистем, таких як посилення стресової посухи, є предметом гострої дискусії (Orlowsky & Seneviratne 2012). У цьому контексті дослідження радіального приросту дерев сосни звичайної є надзвичайно актуальними й цікавлять як науковців, так і практиків.

Мета дослідження – виявлення особливостей реакції радіального приросту сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) на зміну клімату в насадженнях Лівобережного Лісостепу на прикладі середньовікового чистого соснового насадження.

Матеріали й методи. Об'єкт досліджень – середньовікове чисте соснове насадження Васищевського лісництва ДП «Жовтневе ЛГ», що росте на дерновому опідзоленому середньоглибокому глинясто-піщаному ґрунті на давньоалювіальних пісках. Середні лісівничо-таксаційні показники насадження такі: середня висота $H_{сер.}$ становить 22,3 м, середній діаметр $D_{сер.}$ – 26,2 см. Повнота – 0,7. Бонітет – І. Запас – 344 $м^3 \cdot га^{-1}$. Тип лісорослинних умов – свіжий субір (B_2).

Клімат – помірно-континентальний. За даними Харківської метеостанції, найтеплішим (21,0°С) і найвологішим (72 мм) місяцем є липень, а найхолоднішим – січень (-5,5°С), найменшою кількістю опадів характеризується березень (33,5 мм). Середньорічна температура становить 8,1°С.

Під час досліджень використано стандартні дендрохронологічні методики. Керни вилучено буравом Преслера із стовбурів 20 дерев на висоті грудей (1,3 м). Величини шарів річної деревини виміряно за допомогою обладнання для вимірювання радіального приросту «HENSON» із точністю до 0,01 мм (Cook & Kairiukstis 1990).

Далі проведено перехресне датування з метою встановлення точного календарного року для кожного шару деревини. Датування є можливим завдяки простій істині: послідовність сприятливих і несприятливих кліматичних явищ (вологі й сухі або теплі й холодні роки) виявляється в послідовності широких і вузьких шарів деревини великої кількості дерев, що дає змогу визначити відповідність кожного річного шару деревини до певного календарного року (Fritts 1976). Це роблять із метою виявлення років із відсутністю річних шарів деревини та наявністю двійних шарів, та запобігання помилок, які сталися під час вимірювання радіального приросту. Подальшим кроком дослідження є перевірка якості за допомогою програми COFECHA. Ця програма ідентифікує всі частини деревно-кільцевих хронологій, де є помилки перехресного датування або помилки вимірювання. Дерева, які мають незначущі кореляції з майстер-хронологією, вилучаються з вибірки (Grissino-Mayer 2001). Для деревно-кільцевих хронологій кожного дерева розраховано стандартне відхилення, яке відображає мінливість вимірювань. Високе стандартне відхилення зазвичай свідчить про чутливість деревно-кільцевої хронології дерева до змін умов довкілля. Автокореляція першого порядку оцінює зв'язки радіального приросту поточного та попереднього років. Середня чутливість визначає відносну різницю між величинами сусідніх річних кілець (Fritts 1976, Cook et al. 1990).

Наступним кроком була стандартизація – вилучення низькочастотних варіацій із індивідуальних деревно-кільцевих серій, які не пов'язані з кліматом, наприклад, вплив віку (Cook et al. 1990). Відмінності від загальної норми росту або життєздатності індивідуальних дерев були також усунені. Двоступеневе вилучення тренду здійснено за допомогою програми ARSTAN. На першому етапі вилучення трендів використано від'ємну експоненціальну криву, а на другому – кубічну ковзну криву. Індекси радіального приросту сформовано шляхом ділення реального значення ширини річного кільця на його прогнозоване значення. Внаслідок цього створено ряди індексів радіального приросту із середнім значенням 1 та однорідною дисперсією. У дендрокліматичних дослідженнях часто використовують хронології RESIDUAL, в яких видалено також автокореляцію з метою посилення кліматичного сигналу за рахунок вилучення вікового тренду (Holmes 1994). Середню індексовану деревно-кільцеву хронологію RESIDUAL розраховували з індивідуальних деревно-кільцевих хронологій за допомогою авторегресійного моделювання для посилення кліматичного сигналу.

В аналізі взаємозв'язків між кліматом і радіальним приростом використано поняття «норма» – це усереднені значення температури повітря та опадів за період 1960–2017 рр. Відхилення від норми чинників опадів та температур для років із екстремальними кліматичними явищами (посухами, холодними зимами тощо) виражено у відсотках (Lindsey & Dahlman 2019).

Для встановлення зв'язків між чинниками клімату і радіальним приростом сосни використано програму RESPONSE, за допомогою якої проведено аналіз відгуку та кореляційний аналіз між деревно-кільцевими хронологіями RESIDUAL і кліматичними чинниками (температурою повітря та опадами) (Marquardt et al. 2019). Аналіз функції відгуку – це форма множинної регресії. Для відбору кращих змінних для цієї регресійної моделі використано кореляційний аналіз між індексними деревно-кільцевими хронологіями сосни й середньомісячними температурами повітря (°С) та сумами опадів за місяць (мм) від

червня до грудня попереднього року та від січня до вересня поточного року з використанням кореляційного коефіцієнта Пірсона.

Проаналізовано взаємозв'язки між радіальним приростом сосни та кліматичними чинниками за два періоди – 1960–1992 та 1985–2017 рр. Періоди перекриваються, тому що ряд метеопоказників маємо за період 1959–2017 рр., тоді як програма RESPONSE методами множинного регресійного аналізу має змогу аналізувати часовий ряд, який містить не менше 32 років. Статистично достовірний вплив кліматичних чинників визначено на рівні значущості 0,95 %.

Результати та обговорення. За результатами аналізу динаміки радіального приросту сосни звичайної в чистому сосновому насадженні виявлено роки з мінімальним приростом: 1975, 1987 та 2013. Він зумовлений високими середньорічними температурами 1975 та 2013 рр., які становили 9,3 та 9,6°С відповідно, що було на 14 та 18 % вище за норму (рис. 1, 2). Депресія радіального приросту сосни у 1987 р. зумовлена надзвичайно холодною зимою, коли середня температура становила -8,7°С, що є вдвічі нижчим за норму. Подібні результати отримано й для ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.) в умовах вологого субору Лівобережного Лісостепу (Koval & Borysova 2019). Максимальний радіальний приріст сосни в 1973, 1980, 1996 та 2004 рр. обумовлений сприятливим співвідношенням тепла та вологи (рис. 1, 2).

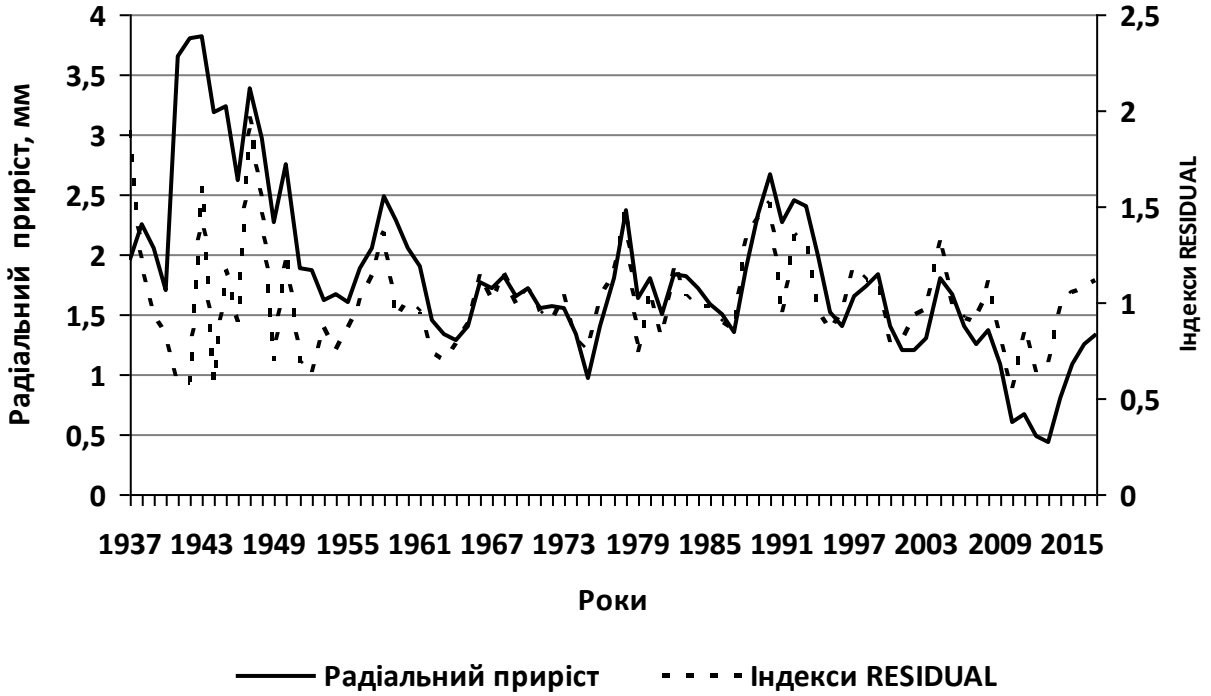


Рис. 1 – Динаміка радіального приросту сосни та індексів RESIDUAL

Посуха є одним із основних кліматичних чинників, що обмежують приріст дерев і часто призводять до тимчасового погіршення стану дерев та їхнього всихання (Schuster & Oberhuber 2013). Після посушливих 1975 та 1987 рр. відбулося різке збільшення радіального приросту сосни внаслідок відмирання найбільш ослаблених дерев на третій рік після впливу стрес-чинників на насадження. Всихання найбільш ослаблених дерев призвело до збільшення площі живлення та покращення умов освітлення для дерев, які залишилися живими. Отже, на третій рік після впливу цих стрес-чинників відбулося підвищення радіального приросту дерев майже вдвічі проти року, який передував впливу екстремальних погодних явищ (див. рис. 1, 2). Посуха може безпосередньо спричинити всихання дерев через гідравлічний збій або опосередковано – як стійке ослаблення дерев за рахунок зменшення накопичення метаболітів (Eilmann et al. 2010).

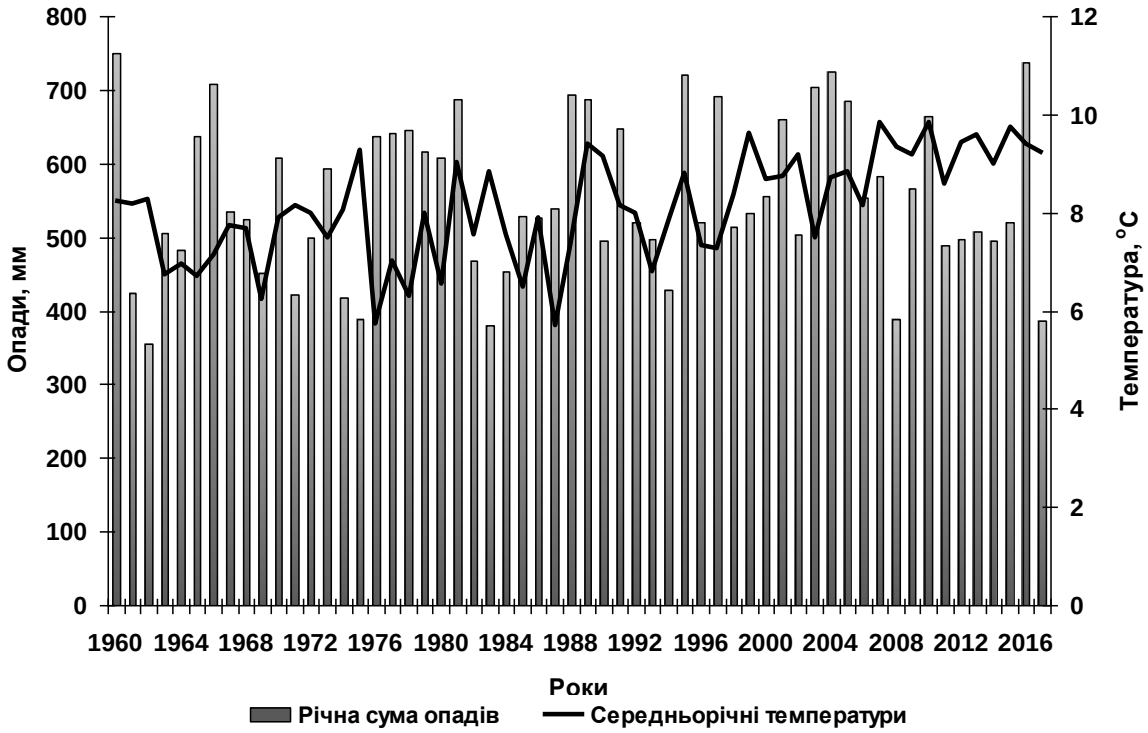


Рис. 2 – Динаміка температур та опадів за даними Харківської метеостанції

Для проведення статистичного аналізу використано програму COFECHA. Необхідною умовою для дендрокліматичних досліджень є висока чутливість приросту дерев до змін метеорологічних показників, яка залежить від умов місцезростання дерева та його породи. Статистичний аналіз виявив придатність отриманих дендрохронологічних серій для дендрокліматичного аналізу, яку підтвердили такі показники, як коефіцієнт кореляції між деревно-кільцевими хронологіями, чутливість деревно-кільцевих серій, значення яких знаходилися переважно в діапазоні між 0,3 та 0,4. Високі значення автокореляції показали високу залежність формування річного кільця від погодних умов попереднього року (табл. 1) (Cook 1990).

Виявлено взаємозв'язки між радіальним приростом сосни та кліматичними чинниками (опадами та температурами) за два періоди – 1960–1992 та 1985–2017 рр. (див рис. 1, 2).

Таблиця 1

Статистична характеристика шарів річної деревини сосни звичайної за програмою COFECHA

Номер дерева	Інтервал	Кількість років	Кореляційний коефіцієнт	Середня товщина шарів деревини, мм	Стандартне відхилення	Авто-кореляція	Середня чутливість
1	1940–2017	78	0,452	1,71	0,964	0,567	0,309
2	1950–2017	68	0,355	1,73	0,635	0,321	0,339
3	1940–2017	78	0,485	1,87	0,838	0,380	0,287
4	1940–2017	78	0,385	1,18	0,736	0,599	0,376
5	2000–2017	18	0,785	1,61	0,624	0,700	0,263
6	1950–2017	68	0,409	1,49	0,934	0,705	0,346
7	1960–2017	58	0,603	1,51	1,014	0,592	0,331
8	1970–2017	48	0,523	1,55	0,957	0,769	0,268
9	1950–2017	68	0,564	2,41	1,399	0,728	0,298
10	1960–2017	58	0,267	1,12	0,516	0,801	0,227
11	1950–2017	68	0,320	2,04	1,227	0, 077	0,403

Закінчення табл. 1

Номер дерева	Інтервал	Кількість років	Кореляційний коефіцієнт	Середня величина шарів деревини, мм	Стандартне відхилення	Авто-кореляція	Середня чутливість
12	1950–2017	68	0,699	1,92	1,042	0,739	0,334
13	1930–2017	88	0,416	1,67	1,177	0,855	0,285
14	1940–2017	78	0,545	1,39	0,899	0,578	0,380
15	1950–2017	68	0,309	1,08	0,754	0,583	0,300
16	1950–2017	68	0,586	1,31	0,664	0,649	0,335
Загальне, або середнє		1058	0,466	1,6	0,917	0,595	0,322

У другому періоді річна температура була більшою, ніж у першому, на 11 % (0,92 С), температура за серпень – квітень – на 5 % (0,8 С), зимова температура – на 21 % (1 С). Найшвидше підвищилися березневі температури – майже в чотири рази (1,3 С).

Упродовж другого періоду в середньому на рік випало на 4 % (20 мм) більше опадів, у квітні – серпні – на 2 % (5,5 мм) і менше за зимовий період – на 7 % .

Г. Фрітц (Fritts 1976) стверджував, що ширина річних кілець деяких видів хвойних порід, що ростуть на напівсухих ділянках, виявляє інтегрований вплив клімату на продукування речовин живлення та накопичення їх у кроні, гілках, стовбурі протягом 14–15 місяців. У зв'язку із цим, для аналізу впливу клімату на формування шарів річної деревини використано період від червня попереднього року до серпня поточного року.

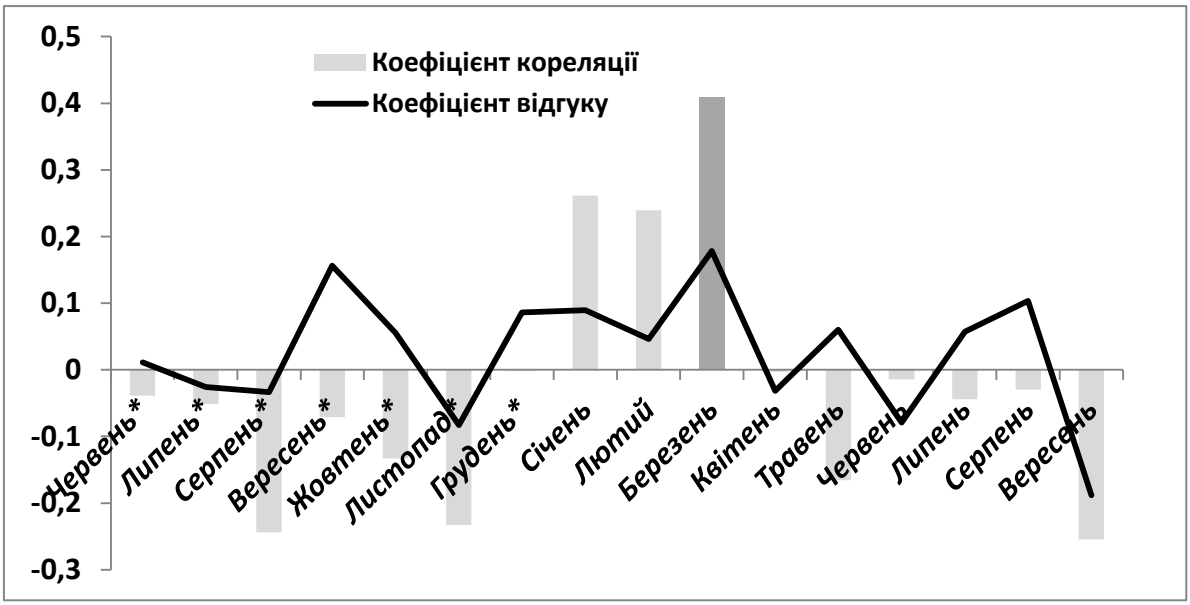
Упродовж 1960–1992 рр. температура попереднього року – від червня до грудня – негативно впливала на приріст дерев. У 1985–2017 рр. цей вплив посилився і був значущим для червня та серпня (рис. 3).

У наступні місяці – від січня до березня – виявлено позитивний вплив температури на приріст для обох періодів, але для першого періоду цей вплив був сильнішим і навіть для березня – достовірним. У другому періоді потепління взимку із частими відлигами могло ослабити насадження. У 1960–1992 рр. упродовж квітня – вересня поточного року вплив температури на радіальний приріст дерев був зворотним. Цей вплив у 1985–2017 рр. посилився і для травня, серпня та вересня був статистично значущим (рис. 3).

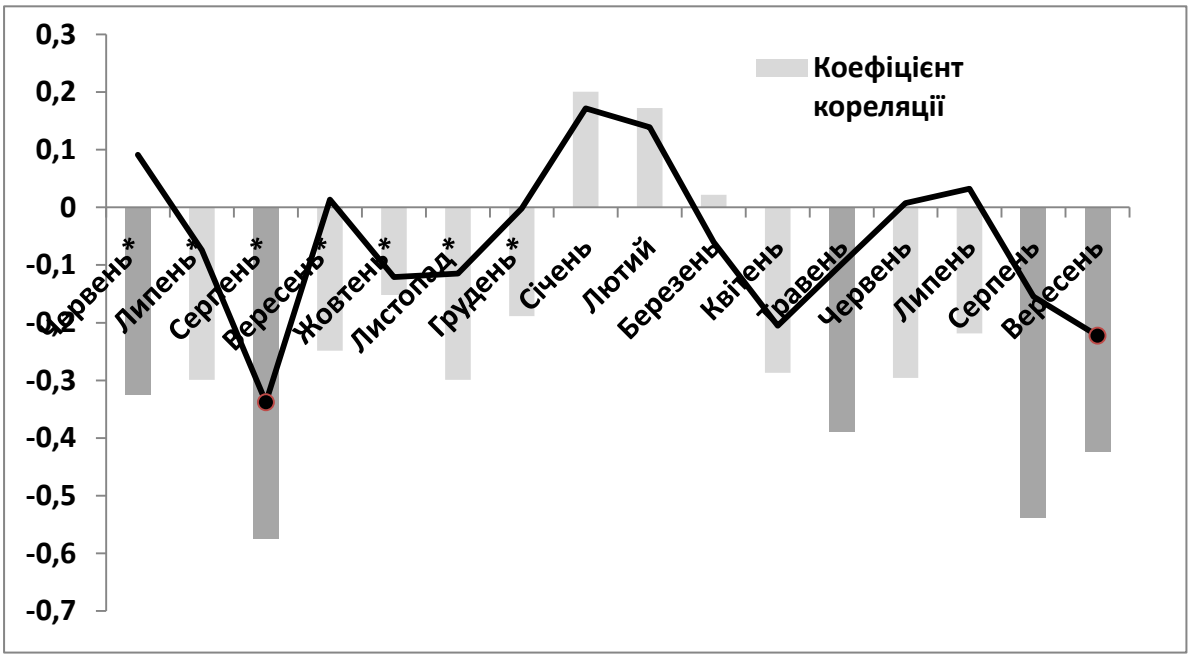
Кореляційний аналіз та аналіз функції відгуку свідчать про переважно додатній зв'язок приросту та опадів у червні – вересні попереднього року для обох періодів. У жовтні – листопаді попереднього року такий зв'язок був від'ємним (рис. 4). У цей час відбувається вологонакопичення в ґрунті, яке впливає на радіальний приріст дерев (Fritts 1976).

Взимку виявлено невеликий додатний вплив опадів на приріст упродовж першого кліматичного періоду. У другому періоді ці зв'язки є від'ємними. Це пояснюється тим, що в першому періоді з порівняно низькими температурами зберігається сніговий покрив, який навесні внаслідок повільного танення насичує ґрунт вологою. У другому періоді в результаті відлиг значної маси снігу може не накопичитися, унаслідок чого ґрунт достатньою мірою не накопичує вологу, що негативно впливає на радіальний приріст сосни. Для першого періоду характерним є позитивний вплив опадів від травня до вересня поточного року, водночас для другого періоду цей проміжок був дещо тривалішим – від березня до вересня поточного року, тобто дефіцит вологи в другому періоді відчувався на місяць раніше, ніж у першому. Значущий позитивний достовірний вплив опадів на радіальний приріст відзначено для першого періоду в червні, а для другого – у травні (рис. 4).

Загалом, у другому періоді дерева стали чутливішими до стрес-чинників унаслідок потепління, про що свідчать результати кореляційного аналізу та функції відгуку.



а) Температура. 1960–1992 рр.



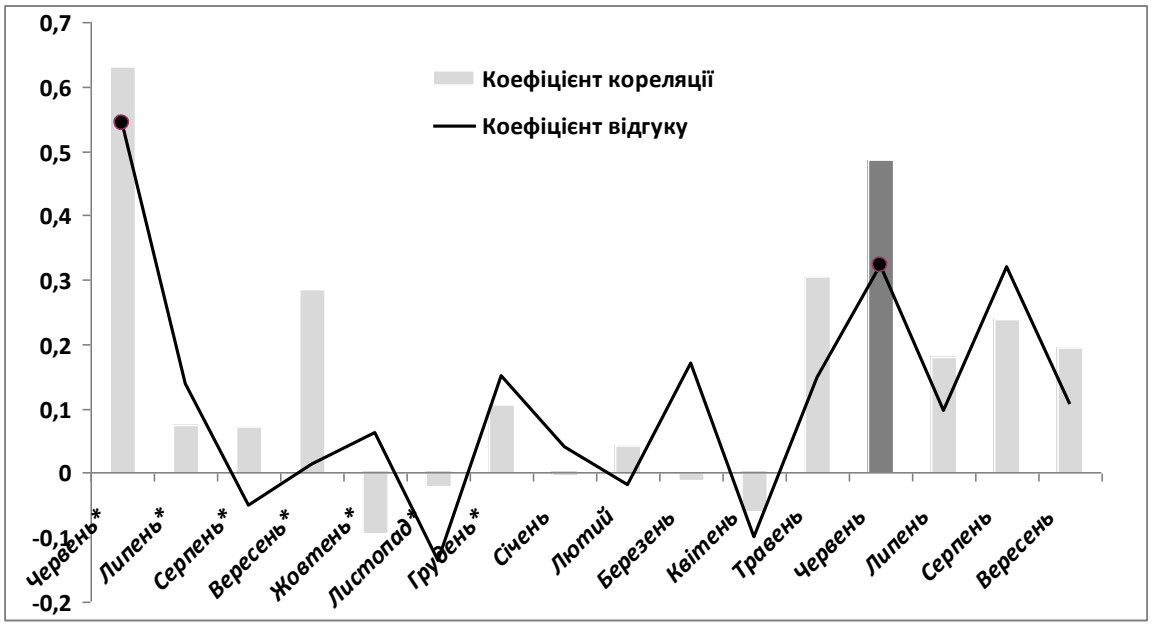
б) Температура. 1985–2017 рр.

Рис. 3 – Кореляційний аналіз та аналіз функції відгуку для середньомісячних температур та індексної деревно-кільцевої хронології RESIDUAL для шарів річної деревини. Значущі кореляції на рівні 0,05 вказано сірими стовпчиками, а значущі зв'язки між температурами та радіальним приростом позначено чорними колами. Місяці попереднього року позначено зірочками

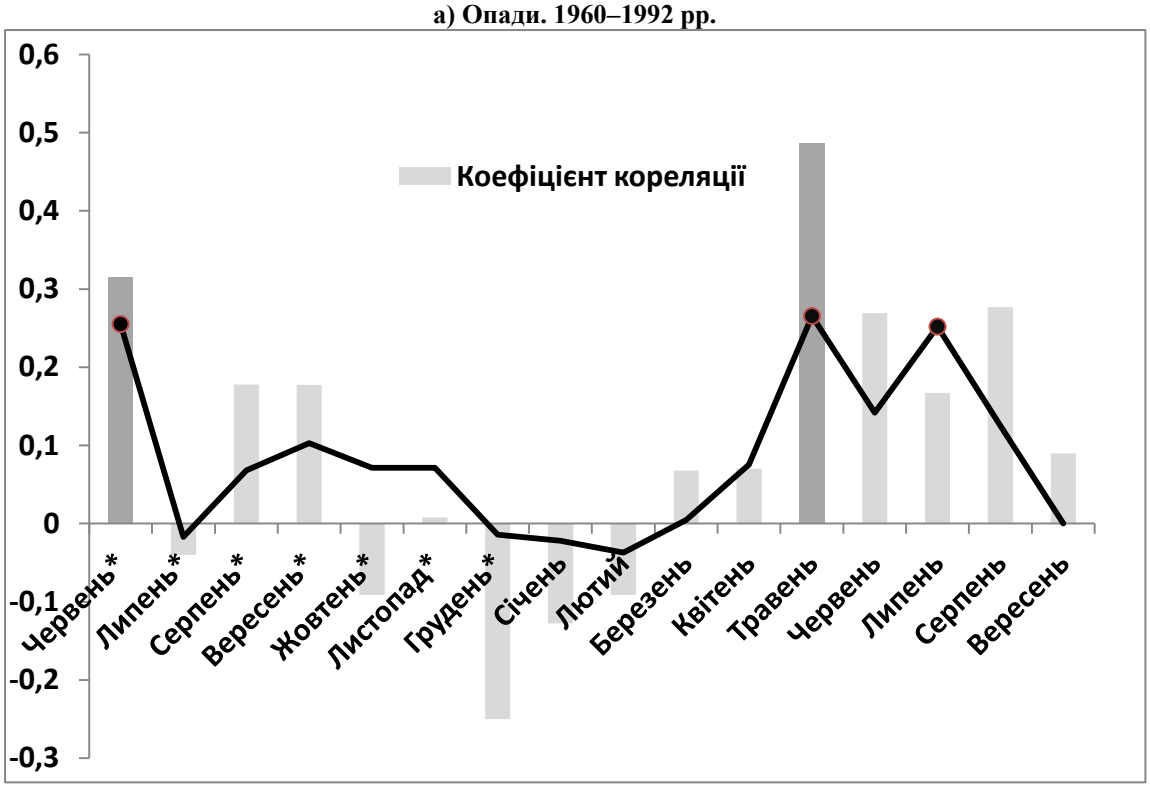
По-перше, збільшилася кількість значущих зв'язків між радіальним приростом і кліматичними чинниками (температурами та опадами) і, по-друге, збільшився на один місяць період негативного впливу опадів на радіальний приріст у період вегетації. Для першого періоду він тривав від травня до вересня, а для другого – від квітня до вересня.

Сценарії зміни клімату передбачають подальше збільшення літньої посухи та зимових опадів і підвищення температури повітря в Європі, тобто збільшення ризиків для життєдіяльності лісових дерев (Executive Report 2011). Подібні дослідження проведено для 1955–2009 рр. в австрійських Альпах у долині річки Інн в умовах порівняно континентального клімату (температура – 7,3°C, кількість опадів – 716 мм). Вони виявили найвищі достовірні коефіцієнти кореляції між приростом і весняними опадами (позитивний вплив) та літніми температурами (негативний вплив) (Schuster & Oberhuber 2013). Подібні

результати отримано нами для другого періоду досліджень (1985–2017 рр.), коли травневі, серпневі та вересневі температури негативно впливали на радіальний приріст сосни. Значущий позитивний вплив опадів на радіальний приріст обчислено для травня.



а) Опади. 1960–1992 рр.



б) Опади. 1985–2017 рр.

Рис. 4. Кореляційний аналіз та аналіз функції відгуку для сум місячних опадів та індексної деревно-кільцевої хронології ARSTAN для шарів річної деревини. Значущі кореляції на рівні 0,05 вказано сірими стовпчиками, а значущі зв'язки між температурами та радіальним приростом позначено чорними колами. Місяці попереднього року позначено зірочками

Дослідження деревно-кільцевих хронологій сосни скрученої (*Pinus contorta*) та ялини канадської (*Picea glauca xengelmannii*) на тлі кліматичної зміни у внутрішній частині Британської Колумбії (Канада) для 1922–1997 рр. виявили кореляції в діапазоні від середніх до низьких (-0,3…0,4). Тим не менше, можна виділити помітні тенденції у взаємозв'язках

між радіальним приростом із одного боку та опадами і температурами – з іншого (Lo et al. 2010). У нашому дослідженні відповідні значущі кореляційні коефіцієнти мають значення у такому самому діапазоні – від слабких до середніх (від -0,32 до 0,63).

Висновки. Виявлено роки з мінімальним радіальним приростом: 1975, 1987 та 2013, що обумовлено високими середньорічними температурами 1975 та 2013 рр. та низькими зимовими температурами 1987 р.

Роки з максимальним радіальним приростом (1944, 1957, 1978 та 2004) характеризуються оптимальним співвідношенням тепла та вологи, водночас формування широких шарів річної деревини в 1990 та 1999 рр. можна пояснити теплими зимами та високими ранньовесняними температурами.

Потепління призвело до збільшення чутливості соснових насаджень до зміни клімату в 1985–2017 рр. проти 1960–1992 рр. та посилення негативного впливу підвищення температур на радіальний приріст упродовж не тільки вегетаційного періоду поточного року, але й попереднього.

Збільшилася кількість значущих зв'язків між радіальним приростом і кліматичними чинниками у другому періоді внаслідок ослаблення насадження, викликаного зміною клімату.

Упродовж другого періоду, проти першого, внаслідок потепління посилився негативний вплив на приріст температур як попереднього року (з червня до грудня), так і вегетаційного періоду поточного року.

Опади попереднього року (від червня до вересня) позитивно впливали на радіальний приріст упродовж обох періодів. Водночас зимові опади в другому періоді стали негативно впливати на формування шарів деревини, а дефіцит опадів у другому періоді (1985–2017 рр.) розпочався в період вегетації на місяць раніше, ніж у першому (1960–1992 рр.), який тривав від березня до вересня.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Bondar, V. N. 2019. Prychyny ta naslidky pohirshennya sanitarnoho stanu lisiv i dehradatsiyi lisovykh ekosystem v Ukrayini [Causes and consequences of deterioration of the sanitary states of forests and degradation of forest ecosystems in Ukraine]. In: Materialy mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi: Cosnovi lisy: suchasnyy stan, isnuyuchi problemy ta shlyakhy yikh vyrishennya [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: Pine forests: current state, existing problems and ways of solving them]. Kyiv, Ukraine, p. 8–17 (in Ukrainian).

Bréda, N., Huc, R., Granier, A., Dreyer, E. 2006.Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. Annals of Forest Science, 63: 625–644.

Cook, E. R. and Kairiukstis, L. A. (Eds.) 1990. Methods of dendrochronology – applications in the environmental sciences. Doredrecht, the Netherlands, Kluwer Academic Publishers and International Institute for Applied Systems Analysis, 394 p.

Didukh, Ya. 2009. Ekolohichni aspekty hlobalnykh zmin klimatu: prychyny, naslidky ta diyi [Ecological aspects of global climate change: the reasons, consequences and actions]. Visnyk of the National Academy of Sciences of Ukraine [Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine], 2: 34–44 (in Ukrainian).

Eilmann, B., Buchmann, N., Siegwolf, R., Saurer, M., Cherubini, P., Rigling, A. 2010. Fast response of Scots pine to improved water availability reflected in tree-ring width and 13C. Plant Cell and Environment, 33: 1351–1360.

Executive Report. 2011. The Condition of Forests in Europe. [Electronic resource]. ICP Forests, 25 p. Available from: https://www.icp-forests.org/pdf/ER2011.pdf (last accessed date 06.11.2019)

Fischer, R., Beck, W., Calatayud, V., Cools, N., De Vos, B., Dobbertin, M.,…, Stofer, S. 2011. The condition of forests in Europe. 2011 Executive Report. Hamburg: Institute for World Forestry, 25 p.

Fritts, H. C. 1976. Tree rings and climate. Acad. press., 567 p. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-268450-0.X5001-0

Grissino-Mayer, H. D. 2001. Evaluating crossdating accuracy: A manual and tutorial for the computer program COFECHA. Tree-Ring Res., 57: 205–221.

Holmes, R. L. 1994. Dendrochronology program library user's manual. Laboratory of Tree Ring Research. Tucson, Arizona, U.S.A

Koval, I. M. and Borysova, V. L. 2019. Reaktsiya na zminy klimatu radialnoho pryrostu yasena zvychaynoho v nasadzhennyakh Livoberezhnoho Lisostepu [Response to climate change of radial growth of common ash in plantations

of the Left Bank Forest Steppe]. Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny [Scientific Bulletin of UNFU], 29(2): 53–57 (in Ukrainian).

Lindsey, R. and Dahlman, L. 2019. Climate Change: Global Temperature [Electronic resource]. Available from: https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature (last accessed date 19.09.2019).

Lo, Y. H., Blanco, J. A., Seely, B., Welham, C., Kimmins, J. P. H. 2010. Forest Ecology and Management, 259 (5): 932–942.

Marquardt, P. E., Miranda, B. R., Jennings, S., Thurston, G., Telewski F. W. 2019. Variable climate response differentiates the growth of Sky Island Ponderosa Pines. Trees, 33: 317–332. https://doi.org/10.1007/s00468-018-1778-9

Mason, W. L. and Alia, R. 2000. Current and future status of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forests in Europe. Investigacion Agraria: Sistemos y Recursos Forestales Fuera de Serie, 1: 317–334.

Meshkova, V. 2019. Doslidzhennya v Ukrayini z pytan prohnozuvannya poshyrennya shkidlyvykh orhanizmiv u sosnovykh lisakh [Research in Ukraine on the prediction of the spread of harmful organisms in pine forests]. In: Materialy mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi: Cosnovi lisy: suchasnyy stan, isnuyuchi problemy ta shlyakhy yikh vyrishennya [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: Pine forests: current status, existing challenges and ways forward]. Kyiv, p. 137–140 (in Ukrainian).

Misi, D., Puchałka, R., Pearson, C., Robertson, I., Koprowski, M. 2019. Differences in the climate-growth relationship of Scots pine: A case study from Poland and Hungary. Forests, 10 (3): 243.

Orlowsky, B. and·Seneviratne, S. 2012. Global changes in extreme events: regionaland seasonal dimension. Climatic Change, 110: 669–696.

Schuster, R. and Oberhuber, W. 2013. Age-dependent climate-growth relationships and regeneration of *Picea abies* in a drought-prone mixed coniferous forest in the Alps. Can. J. For. Res., 43(7): 609–618.

Koval I. M.[1], Voronin V. O.[2]

RESPONSE OF *PINUS SYLVESTRIS* L. RADIAL GROWTH TO CLIMATE CHANGE IN STANDS IN LEFT-BANK FOREST-STEPPE

[1]*Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky*
[2]*V. N. Karazin Kharkiv National University*

The aim of the research was to study the features of the pine (*Pinus sylvestris* L.) radial growth response to climate change in the middle-aged pure pine stand within the Left-Bank Forest-Steppe. Standard dendrochronological techniques were used. The years of minimal radial growth were revealed, namely 1975, 1987 and 2013, that was brought about by high average temperatures in 1975 and 2013 and low winter temperatures in 1987. The years of maximum radial growth (1944, 1957, 1978 and 2004) are characterized by an optimal balance of warmth and humidity. Relationships between radial pine growth and climatic factors (precipitation and temperatures) for two periods, 1960–1992 and 1985–2017, were identified. In the second period, trees became more sensitive to weather stress factors due to warming, as evidenced with the results of correlation analysis and response function. The negative influence of the temperatures of the previous year and those of the current year's growing season on the formation of pine radial growth increased.

K e y w o r d s : *Pinus sylvestris* L., radial growth, climate change, precipitation, temperature.

Коваль И. М.[1], Воронин В. О.[2]

РЕАКЦИЯ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА *PINUS SYLVESTRIS* L. НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА В НАСАЖДЕНИЯХ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

[1]*Украинский научно-исследовательский институт лесоводства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого*
[2]*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина*

Цель исследования – выявление особенностей реакции радиального прироста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на изменение климата в средневозрастном чистом сосновом насаждении Левобережной Лесостепи. Использованы стандартные дендрохронологические методики. Выявлены годы минимального прироста: 1975, 1987 и 2013, что обусловлено высокими среднегодовыми температурами 1975 и 2013 гг. и низкими зимними температурами 1987 г. Годы максимального прироста (1944, 1957, 1978 и 2004) характеризуются оптимальным соотношением тепла и влаги. Выявлены взаимосвязи между радиальным приростом сосны и климатическими факторами (осадками и температурой) за два периода – 1960–1992 и 1985–2017 гг. Во втором периоде деревья стали более чувствительными к погодным стресс-факторам вследствие потепления, о чем свидетельствуют результаты корреляционного анализа и функции отклика. Усилилось негативное влияние температур предыдущего года и вегетационного периода текущего года на радиальный прирост сосны.

К л ю ч е в ы е с л о в а : *Pinus sylvestris* L., радиальный прирост, изменение климата, осадки, температура.

E-mail: koval_iryna@ukr.net

Одержано редколегією: 06.12.2019

УДК 630.43:630.561.2434; 630.114.351
https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.149

С. Г. СИДОРЕНКО, В. П. ВОРОН, С. В. СИДОРЕНКО, О. М. БОЛОГОВ

ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ВОГНЕСТІЙКОСТІ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

Метою дослідження є визначення основних морфометричних показників вогнестійкості дерев сосни звичайної в умовах свіжого субору Лівобережного Лісостепу та їхніх вікових змін. На відміну від пожежостійкості, вогнестійкість визначає ступінь потенційної спроможності дерева зберігати свою життєдіяльність на індивідуальному рівні після пірогенних пошкоджень. Виявлено, що верхня межа розташування грубої кори найбільше залежить від діаметра (r = 0,97) та віку дерев (F_f = 83,2, F_{st} = 1,8). Визначено, що товщина кори на всіх висотах заміру зазвичай є більшою в дерев із більшою висотою верхньої межі розташування грубої кори, в зоні переходу грубої кори в тонку вона становить 0,1–0,9 мм. Товщина кори в окоренковій частині дерев сосни звичайної в 10–15 разів перевищує товщину кори в тріщинах, де вона становить 1,5–5,8 мм, тому під час низових пожеж є ризик локального ураження камбію вздовж тріщин. Враховуючи отримані результати, було розроблено статистично-математичну модель, за якою можна оцінювати висоту верхньої межі розташування грубої кори дерев у сосняках.
К л ю ч о в і с л о в а : груба кора, низові пожежі, вогнестійкість, сосна звичайна.

Вступ. Пожежостійкість рослин як пірогенна властивість є ценотичною або ценопопуляційною формою стійкості до пожеж. Вона належить до пристосувальних реакцій першого рівня, які характеризують рослинні угрупування в результаті впливу на них зовнішніх чинників, зокрема пожеж. Така форма стійкості переважно обумовлена поліморфізмом дерев і деревостанів. Її основою є видова, вікова та структурна неоднорідність насадження, вертикальна й горизонтальна розчленованість тощо (Furiaev et al. 2015). На відміну від пожежостійкості, яка стосується всього насадження, вогнестійкість визначає ступінь потенційної стійкості різних частин (органів) і всього дерева загалом до теплового впливу під час лісової пожежі та здатності зберігати свою життєдіяльність на індивідуальному рівні (Usenia 2002). Дослідження вогнестійкості сосни звичайної має важливе практичне значення, адже такі дослідження покладають в основу моделей постпірогенного відпаду, що дає змогу прогнозувати післяпожежну життєздатність пошкоджених дерев. Отримані результати щодо вогнестійкості індивідуальних дерев дадуть у майбутньому можливість розробити комплекс лісогосподарських заходів для формування пожежостійких насаджень, селекції на вогнестійкість тощо.

Метою дослідження є визначення основних морфометричних показників вогнестійкості дерев сосни звичайної в умовах свіжого субору та їхніх вікових змін.

Матеріали й методи. Шість пробних площ (ПП) для дослідження морфометричних показників стійкості дерев сосни звичайної до пірогенних пошкоджень (віковий ряд деревостанів) закладено у Васищевському лісництві ДП «Жовтневе ЛГ» (табл. 1) за класичними лісотаксаційними підходами (Anuchin 1982).

Таблиця 1

Характеристика деревостанів на пробних площах у сосняках ДП «Жовтневе ЛГ», Васищівське лісництво

№ ПП	Квартал	Виділ	Вік, років	Діаметр, см	Висота, м	Бонітет	Повнота
1	123	6	15	10	4	I	1,00
2	112	10	24	14	10	I	0,75
3	99	6	55	28	16	II	0,75
4	99	4	72	28	24	I	0,80
5	115	3	82	29	22	II	0,75
6	128	4	124	46	26	II	0,40
7-м*	96	4	66	30	22	I	0,75
8-м*	96	11	55	24	18	II	0,70
9-м*	95	8	95	42	27	I	0,60

*Дослідження проведені на модельних деревах

Зразки для визначення товщини кори відбирали з модельних дерев (на трьох ПП) через кожен метр, починаючи з окоренку на рівні лісової підстилки окремо в пластинках кори та в тріщинах. У стиглих сосняках на модельних деревах додатково відбирали зразки із окоренкової частини дерева та з кори на кореневих лапах. Товщину кори визначали штангенциркулем із точністю до 0,1 мм. Отримані результати опрацьовано методами варіаційної статистики та математико-статистичного аналізу з використанням прикладних комп'ютерних програм (Statistica 10 Trial).

Результати та обговорення. Діаметр, висота дерева, висота розміщення й товщина грубої кори є одними з основних показників вогнестійкості. Дерева сосни в середньовікових насадженнях у свіжих гігротопах за висоти нагару, яка не перевищує висоту розміщення грубої кори, вирізняються більшою вогнестійкістю (Sydorenko et al. 2015a). Такі дерева не мають поверхневої кореневої системи та сформованих кореневих лап. Водночас завдяки значному підняттю крони над землею (високому розташуванню нижньої живої гілки) крони мають незначні пошкодження внаслідок впливу конвективних потоків під час низових пожеж. Саме для таких насаджень висота розміщення верхньої межі грубої кори є одним із найбільш інформативних показників індивідуальної вогнестійкості дерев сосни.

Встановлено, що висота розміщення верхньої межі грубої кори ($H_{\text{гр.к.}}$) на стовбурі залежить від діаметра дерева. У насадженнях різного віку в умовах свіжого субору виявлено достовірний зв'язок між висотою розміщення верхньої межі грубої кори та діаметром дерев (r = 0,95; t_f = 11,28; $t_{st0,01}$ = 3,25) (рис. 1).

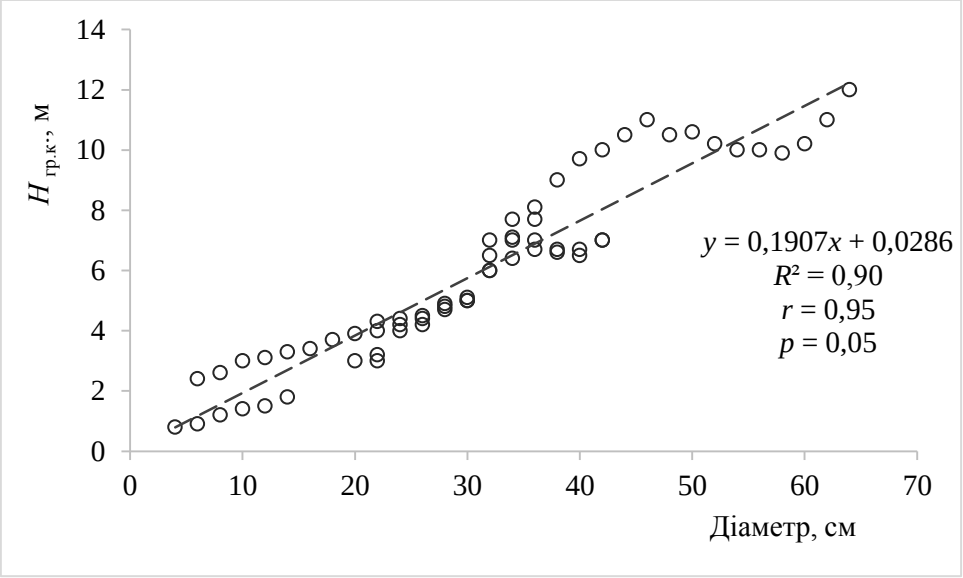


Рис. 1 – Залежність граничної висоти розміщення межі грубої кори від діаметра стовбура сосни в середньовікових деревостанах

Встановлену тенденцію підтверджують також інші дослідники. Так, Б. Н. Тихомиров і З. В. Медведєва (Tikhomirov & Medvedeva 1964) виявили найтісніший зв'язок між висотою розміщення верхньої межі грубої кори й діаметром. Водночас дослідження стосовно модрини (*Larix sibirica* Ledeb.) свідчать, що висота грубої кори за ступенями товщини залежить від кліматичних чинників і збільшується у міру погіршення умов місцезростання (Tihomirov & Medvedeva 1964).

За допомогою регресійного аналізу досліджено характер зв'язку між висотою розміщення верхньої межі грубої кори та діаметром у межах вікових груп дерев. Було встановлено, що тіснота зв'язку між діаметром і висотою грубої кори з віком слабшає (від r = 0,60, p = 0,05 у молодняках та середньовікових та пристиглих, до r = 0,42…0,50, p = 0,05; у стиглих і перестійних сосняках достовірних зв'язків не виявлено).

Шляхом розподілу дерев сосни за ступенями товщини не лише підтверджено збільшення висоти розміщення грубої кори у міру збільшення діаметра стовбура, але й виявлено особливості формування грубої кори залежно від віку дерева (рис. 2) (R^2 = 0,81, r = 0,90, p = 0,05).

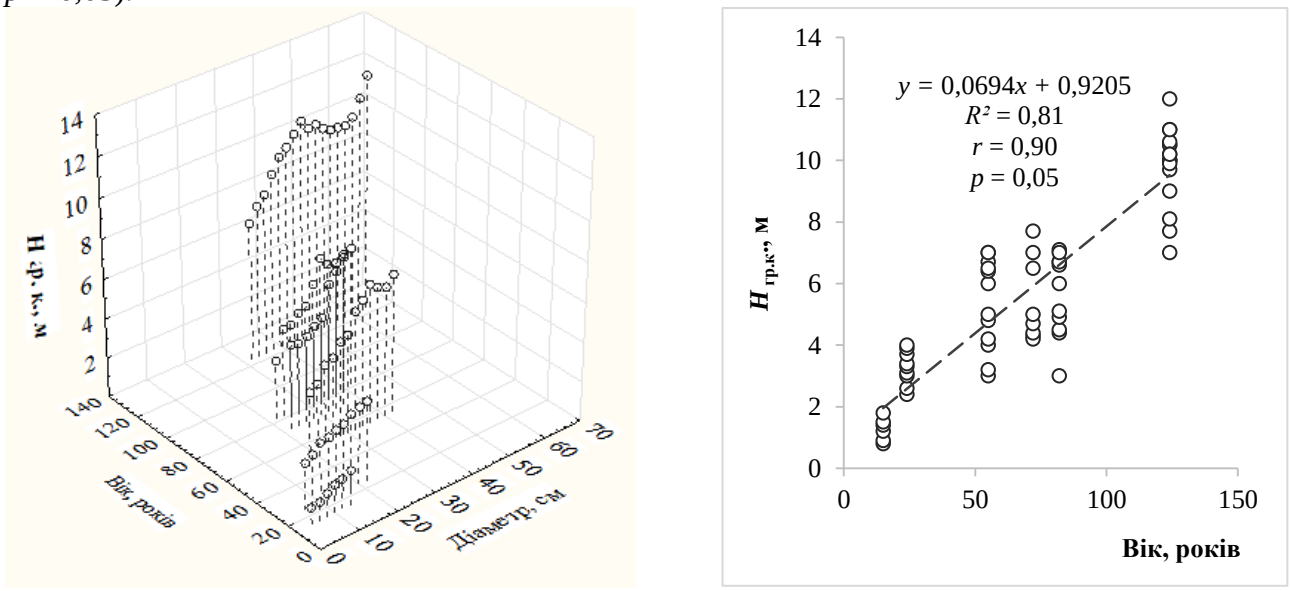


Рис. 2 – Формування грубої кори залежно від віку (ліворуч – розподіл дослідних дерев залежно від віку та діаметра, праворуч – результати регресійного аналізу)

Висота грубої кори в усіх вікових групах має значне варіювання (V > 25 %) (табл. 2). У середньовікових і пристиглих деревостанах цей показник сягає 51 %. У 85-річних та 124-річних насадженнях – знижується до 41,5 та 38,8 % відповідно. Навіть у межах одного ступеня товщини висота грубої кори може сильно різнитися.

Діаметр дерев варіює в межах вікових груп меншою мірою (табл. 2) – від 14,6 до 21,0 %. У 15-річних та 24-річних сосняках діаметр дерев варіює від 20,7 до 21,0 %.

Таблиця 2

Висота розміщення верхньої межі грубої кори дерев сосни звичайної різних вікових груп

Вік, років	Показник	*M*	*Min*	*Max*	*σ*	*V*
15	$H_{гр.к.}$, м	1,30 ± 0,06	0,60	3,00	0,50	38,70
	d, см	10,16 ± 0,25	4,78	15,92	2,14	21,04
24	$H_{гр.к.}$, м	3,31 ± 0,09	1,50	6,80	1,05	31,75
	d, см	13,77 ± 0,25	7,96	21,02	2,85	20,73
55	$H_{гр.к.}$, м	3,49 ± 0,14	0,50	8,50	1,77	50,81
	d, см	27,83 ± 0,42	17,20	58,60	5,37	19,28
72	$H_{гр.к.}$, м	4,18 ± 0,19	0,50	13,00	2,13	50,94
	d, см	27,99 ± 0,37	20,38	40,45	4,07	14,55
85	$H_{гр.к.}$, м	5,46 ± 0,21	1,00	15,00	2,27	41,52
	d, см	28,57 ± 0,50	18,47	42,68	5,47	19,15
124	$H_{гр.к.}$, м	8,92 ± 0,52	1,00	16,00	3,46	38,81
	d, см	46,40 ± 1,26	30,89	62,42	8,43	18,16

Для оцінювання значущості впливу віку на формування висоти розміщення верхньої межі грубої кори відібрано дерева в 15-річних і 24-річних сосняках у межах одного ступеня товщини (рис. 3). Засобами дисперсійного однофакторного аналізу нерівномірного комплексу доведено достовірність впливу віку дерев на висоту розміщення грубої кори (F_f = 83,2; F_{st} = 1,8). Отже, різниця середніх значень висот розміщення грубої кори становить 1,3 ± 0,07 м для 15-річних дерев і 2,7 ± 0,14 м для 24-річних (p = 0,001).

Для оцінювання достовірності залежності висоти розміщення грубої кори від віку було сформовано три групи дерев (віком 55, 72 й 83 роки), що характеризувалися однаковим діаметром (рис. 3). Дисперсійним аналізом доведено достовірність залежності висоти розміщення грубої кори від віку дерев однакового діаметра (F_f = 6,8; F_{st} = 2,49). Водночас середні значення показників 55- та 72-річних дерев не мали достовірної різниці й становили 4,63 ± 0,469 та 4,69 ± 0,545 м відповідно (рис. 3). Висота розміщення грубої кори 82-річних дерев сягала 6,90 ± 0,49 м, тобто була на 49 % більшою від інших вікових груп.

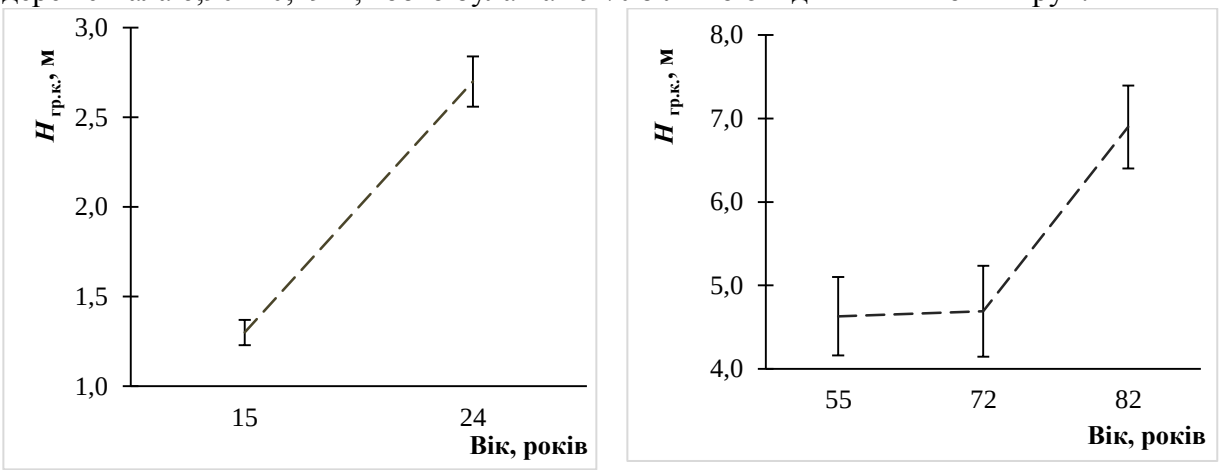


Рис. 3 – Залежність висоти розміщення грубої кори дерев сосни звичайної різних вікових груп, однорідних за діаметром (ліворуч –у молодняках; праворуч – у середньовікових і стиглих сосняках)

Враховуючи отримані результати, розроблено статистично-математичну модель, за якою можливо наближено оцінювати висоту розміщення грубої кори сосняків Лівобережного Лісостепу, що ростуть в умовах свіжого субору (R^2 = 0,93, r = 0,97, F =395,8, F_{crit} = 2.6, p = 0,01). Змінними в моделі є діаметр і вік дерева (1) (рис. 4).

$$H_{гр.к} = -0{,}062 + 0{,}138d + 0{,}0237A \quad (1),$$

де d – діаметр дерева, см; A – вік дерева, років.

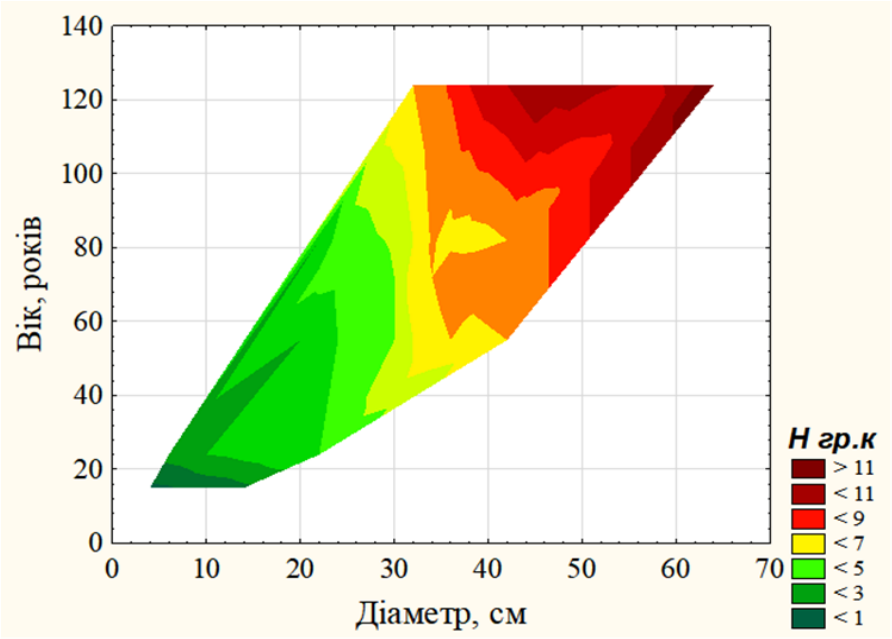


Рис. 4 – Висота розміщення грубої кори ($H_{гр.к.}$) залежно від діаметра та віку дерева

Слід зазначити, що дерева сосни з високо піднятою межею грубої корои характеризуються високими показниками смолопродуктивності, що є ефективним засобом захисту від заселення стовбуровими шкідниками після отриманих вогнем пошкоджень (Vasilevskaya 1974, 1980).

Товщина кори та її збіг із висотою. Зміни товщини кори з висотою вивчали в 50- та 66-річному насадженнях на модельних деревах. Товщину кори визначали в окоренковій частині стовбура на висоті 1,3 м та вище по стовбуру, через кожен метр до зони переходу грубої кори в тонку. Також заміряли товщину кори в тріщинах в окоренковій частині стовбура

Початкова товщина кори, як і її значення на різній висоті дерева, значно варіювала залежно від діаметра та висоти розміщення грубої кори (рис. 5). Товщина кори в зоні переходу грубої кори в тонку в усіх випадках становила 0,5–1,6 мм.

Дослідженнями підтверджено закономірність щодо збільшення товщини кори дерев, які мають більшу висоту розміщення грубої кори. Так, на висоті трьох метрів (після низових пожеж середня висота нагару на стовбурах зрідка перевищує 3 м) у дерев, що суттєво відрізнялися показниками висоти розміщення грубої кори та однорідних за діаметром, було відібрано зразки. Товщина кори модельних дерев сильно варіювала (рис. 5) і на висоті 3 м становила для дерев із висотою розміщення грубої кори понад 10 м – 20 мм, понад 7 м – 11 мм, від 5 до 6 м – 4–7 мм. Отже, дерева з більшою висотою розміщення грубої кори є більш вогнестійкими.

Дерева з більшою висотою розміщення грубої кори є стійкішими до пошкодження стовбура тепловим випромінюванням, ніж дерева, що мають слабко сформовану грубу кору. Зі збільшенням висоти розміщення грубої кори збільшується її товщина, отже збільшується й вогнестійкість дерева (рис. 5). На всіх висотах заміру товщина кори була більшою в дерев із вищим розташуванням грубої кори, навіть попри те, що ці дерева мали менший діаметр і меншу товщину кори на висоті 1 м. У зоні переходу грубої кори в тонку її товщина становила 0,1–0,8 мм. Тобто висота розміщення грубої кори дерева та його діаметр визначають товщину кори. В усіх випадках товщина кори на відстані 1 м до переходу грубої кори в тонку становить 2–4 мм, така її товщина не здатна запобігти пошкодженню камбію вогнем. Навіть якщо висота нагару на стовбурі не досягає зони переходу грубої кори в тонку, збільшується ризик пошкодження тканин дерева. Отже, ризик усихання дерев за такого рівня пошкодження (на відстані 1 м до переходу грубої кори в тонку) збільшується.

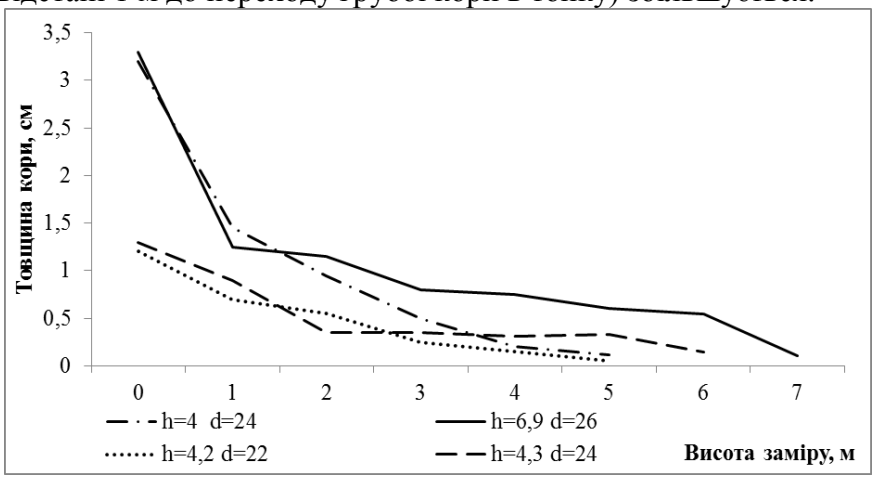


Рис 5 – Зміни товщини кори на різній висоті заміру в 50-річних дерев сосни діаметром 22–26 см (фрагмент для 4 модельних дерев)

Модельні дерева з діаметром 30–33 см мали відмінності в товщині кори на різних висотах заміру (табл. 3). Так, на модельному дереві з низькою висотою розміщення грубої кори (7,5 м) відзначено найбільшу товщину кори на висоті 1 м – 24,2 мм; у дерев, що мали висоту розміщення грубої кори понад 9 м, товщина кори сягала 18,2 мм. Зміни товщини кори з висотою також відрізнялися у модельного дерева з найнижчим показником висоти

розміщення грубої кори: товщина кори на висоті 4 м становить уже 10,0 мм, тоді як у модельного дерева з більшою висотою розміщення грубої кори (9 м) – 14 мм. На висоті заміру 7 м різниця товщини кори модельних дерев є більш суттєвою – 3,7 мм у дерева з висотою розміщення грубої кори 7,5 м та 6,1–6,2 мм в інших модельних дерев. Товщина кори в зоні переходу грубої кори в тонку в усіх модельних дерев становила від 0,1 до 0,2 мм.

Таблиця 3

Характеристика товщини кори 66-річних модельних дерев сосни

d, см	$H_{дер.}$, м	$H_{гр.к.}$, м	Товщина кори, мм		
			у зоні тонкої кори	в окоренковій частині	
				максимальна	у тріщині
16,0	17,0	5,5	0,2	25,3	1,5
20,5	20,0	9,0	0,2	31,3	3,6
21,0	21,0	9,0	0,2	39,5	4,6
21,5	20,0	4,5	0,1	61,7	3,5
23,0	23,0	5,3	0,1	30,7	3,1
25,0	22,5	5,0	0,1	28,6	2,2
26,0	17,0	6,0	0,7	37,5	2,5
27,0	22,5	11,0	0,8	54,9	2,9
28,0	22,0	8,0	0,1	47,2	3,5
30,0	22,0	9,0	0,2	46,1	5,8
33,0	27,0	7,5	0,2	56,1	3,2
33,0	25,0	14,0	0,1	59,1	4,5
36,0	23,0	8,6	0,8	32,8	2,8
37,0	24,0	9,0	0,1	62,9	3,5
42,0	23,0	6,3	0,9	58,9	3,7

Встановлено, що товщина кори в окоренковій частині може в 10–15 разів перевищувати її товщину в тріщинах та становить від 1,5 до 5,8 мм. Локальну загибель камбію та провідної флоеми в тріщинах кори сосни відзначали дослідники (Kosichenko et al. 2012) після літньої стійкої низової пожежі низької інтенсивності (висота нагару на стовбурах становила менше ніж 0,5 м) через рік після пошкодження. Подібні результати наводить також С. І. Мєлєхов (Melehov 1948) для північних вологих борів, коли під час слабких низових пожеж камбій у тріщинах кори загинув, але під товстими шарами кори зберігав активність навіть через декілька десятків років, що призводило до заростання захисної мертвої деревини й відновлення загального камбіального кільця.

Аналіз власних та опублікованих іншими авторами даних свідчить, що під час низових пожеж можливим є локальне ураження камбію вздовж тріщин, що може спричинити сильне ослаблення дерева й за інших несприятливих умов (посухи, заселення стовбуровими шкідниками, ураження хворобами) призвести до його загибелі (Zinchenko 2012, 2013).

Критерії вогнестійкості дерев стиглих і перестійних сосняків. Особливості реакції дерев стиглих сосняків на пошкодження низовими пожежами помітно відрізняються від особливостей, встановлених для середньовікових насаджень. Для пошкоджених стиглих сосняків характерним було зменшення стійкості дерев, які були більш розвиненими до пошкодження. При цьому частка всихаючих і сухостійних дерев у стиглих деревостанах збільшувалася одночасно з діаметром стовбура.

Однією з причин сильнішого всихання більш розвинених дерев (I–II класи Крафта) може бути більший об’єм накопиченої підстилки під основою стовбура. У непошкодженій вогнем частині виділу на ПП 28 товщина підстилки становила від 7 до 15 см біля основи стовбура (середнє значення – 11,0 ± 0,52 см) і зменшувалася в міру збільшення відстані від стовбура до 2,6 ± 0,30 см. Зменшення товщини шару підстилки зі збільшенням відстані від стовбура підтверджено статистично (F_f = 56,8; F_{st} = 2,7) (Sydorenko et al. 2015 a, 2015 b).

На модельних деревах заміряно товщину кори в окоренковій частині стовбура сосни на рівні підстилки (5 см вище рівня підстилки) та нижче цього рівня (на кореневих лапах).

Встановлено, що товщина кори на кореневих лапах є у 2,5 разу меншою, ніж на стовбурі в окоренковій частині (22,2 ± 2,29 мм і 8,8 ± 0,99 мм на стовбурі та кореневих лапах відповідно). Достовірність різниці підтверджено статистично (t_f = 5,54; $t_{0,05}$ = 2,26). Оскільки груба кора сосни звичайної формується лише до кореневої шийки, через це підстилкові пожежі сильно пошкоджують камбій кореневих лап, що призводить до ослаблення та всихання дерев. Дерева сосни гинуть у насадженнях із потужним шаром лісової підстилки у випадку повного її вигорання.

Під час низової пожежі, коли відбувається суцільне згоряння підстилки, основною причиною та індикатором негативних наслідків для насаджень є наявність (оголеність) після пожежі кореневих лап. З одного боку, наявність відкритих кореневих лап свідчить про пошкодження коренів першого порядку, з іншого – є індикатором вигорання підстилки сильного ступеня, що може спричиняти пошкодження тонких всисних коренів. Як відомо (Kalinin 1978, 1983), до 80 % тонкого коріння зосереджено у верхніх 20 см ґрунту й частково – у нижніх шарах підстилки.

Як зазначають С. Л. Шевелєв та А. Н. Курченко (Shevelev & Kucherenko 1989), формування грубої кори на певній висоті стовбура дерев сосни звичайної є складним процесом, який залежить як від спадковості, так і від чинників природного середовища, тому планується продовжити дослідження показників вогнестійкості дерев сосни в зональному аспекті залежно від лісорослинних умов та лісівничо-таксаційних показників.

Висновки.

1. У середньовікових насадженнях сосни звичайної висота розміщення грубої кори є основним показником вогнестійкості. Висота розміщення грубої кори найбільшою мірою залежить від діаметра (r = 0,97) та віку дерев (F_f = 83,2, F_{st} = 1,8).

2. Товщина кори на всіх висотах заміру зазвичай є більшою в дерев із більшою висотою розміщення грубої кори, в зоні переходу грубої кори в тонку вона становить 0,1–0,9 мм.

3. Товщина кори в окоренковій частині дерев сосни звичайної в 10–15 разів перевищує товщину кори в тріщинах, де вона становить 1,5–5,8 мм. Під час низових пожеж є ризик локального ураження камбію вздовж тріщин. Таке пошкодження спричиняє ослаблення дерева й за інших несприятливих умов (посухи, заселення стовбуровими шкідниками, ураження хворобами) призводить до його загибелі.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Anuchin, N. P. 1982. Lesnaya taksatsiya [Forest Mensuration]. Moscow, Lesnaya Promyshlennost, 552 p. (in Russian)

Furiaev, V. V., Kyreev, D. M., Samsonenko, S. D. 2015. Identifikatsiya pozharoustoichivosti lesov Zapadnoy Sibiri [Identification of the forest fire resistance in West Siberia]. Lesovedenie [Russian Journal of Forest Science], 1: 3–9 (in Russian).

Kalinin, M. I. 1978. Modelirovanie lesnykh nasazhdeniy (biometriya i stereometriya) [Modeling of forest plantations (biometry and stereometry)]. Lviv, Vyshcha shkola, 207 p. (in Russian).

Kalinin, M. I. 1983. Formirovanie kornevoy sistemy dereviev [Formation of tree root systems]. Moscow, 152 p. (in Russian).

Kosichenko, N. E., Snegireva, S. N., Platonov, A. D., Chebotaryov, V. V. 2012. Povrezhdenie mikrostruktury stvola sosny posle lesnogo pozhara 2010 goda na territorii voronezhskogo uchebno-opyitnogo leshoza [Damage to pine trunk microstructure after the forest fire in 2010 in Voronezh Experimental Training Forestry]. Nauchnyiy zhurnal KubGAU [KubSAU Scientific Journal], 78(04) (in Russian).

Melehov, I. S. 1948. Vliyanie pozharov na les [The effect of fires on the forest]. Moscow, Goslestechizdat, 60 p. (in Russian).

Shevelev, S. L. and Kucherenko, A. N. 1989. Nekotorye zakonomernye svyazi razmernykh kharakteristik kory listvennitsy sibirskoy v Khakasii [Some regular relationships of the dimensional characteristics of the Siberian larch cortex in Khakassia]. In: Lystvennytsa [Larch]. Krasnoyarsk, STI, p. 12–17 (in Russian).

Sydorenko, S. G., Voron, V. P., Melnik, E. E., Sydorenko, A. G. 2015a. Osoblyvosti formuvannya styhlykh derevostaniv pislia nyzovykh pozhezh [Peculiarities of the mature pine stands formation after surface fires]. Forestry and Forest Melioration, 127: 169–176 (in Ukrainian).

Sydorenko, S. H., Melnyk, Ye. Ye., Sydorenko, A. H. 2015b. Osoblyvosti pisliapozhezhnoho rozvytku styhlykh ta perestiynykh sosniakiv, proydenykh nyzovymy pozhezhamy v Livoberezhnomu lisostepu Ukrainy [Features of post-fire development of ripe and perennial pine trees traversed by grassroots fires in the Left Bank Forest Steppe of Ukraine]. In:

Ahrarna nauka, osvita, vyrobnytstvo: yevropeiskyy dosvid dlya Ukrainy: materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf., 17–18 lystopada 2015 [Agrarian science, education, production: European experience for Ukraine: Proceedings of Intern. Research Practice Conf., November 17–18, 2015]. Zhytomyr, ZhNAEU, 249 p. (in Ukrainian).

Tikhomirov, B. N. and Medvedeva, Z. V. 1964. K uchetu kory listvennitsy [To account for the larch bark]. In: Lystvennytsa [Larch]. Krasnoyarsk, STI, Vol. 39, p. 24–27 (in Russian).

Usenia, V. V. 2002. Lesnye pozhary, posledstviya i borba s nimi [Forest fires, consequences and control]. Homel, HHU named after F.Skoriny, 264 p. (in Russian).

Vasilevskaya, L. S. 1974. Selektsiya smoloproduktivnykh form sosny obyknovennoy [Breeding of resin productive forms of pine]. In: Sostoyaniye i perspektivy razvitiya lesnoy genetiki, selektsii, semenovodstva i introduktsii. Metodyi selektsii drevesnyih porod: Sb. tezisov dokl. sovesch. [State and prospects of development of forest genetics, breeding, seed production and introduction. Methods of selective breeding species: Abstracts of the council]. Riga, p. 26–27 (in Russian).

Vasilevskaya, L. S. 1980. Selektsionno-geneticheskaya otsenka nasazhdeniy i dereviev glavnykh lesoobrazuyushchikh porod [Breeding and genetic evaluation of plantations and trees of main forest-forming species]. Selektsiya, genetika i semenovodstvo drevesnyih porod kak osnova sozdaniya vyisokoproduktivnykh lesov: tezisy dokl. vsesoyuzn. nauch.-tehn. Sovesch. [Breeding, genetics and seed production as a basis for the creation of highly productive forests: abstracts of All-union Scientific-Technical Council]. Leningrad, p. 97–100 (in Russian).

Zinchenko, O. V. 2012. Dinamika sanitarnogo sostoyaniya derevev sosny v oslablennykh nasazhdeniyakh [Dynamics of health condition of pine trees in weak plantations]. In: Strukturno-funktsionalnye izmeneniya v populyatsiyakh i soobshchestvakh na territoriyakh s raznym urovnem antropogennoy nagruzki: rasteniy, gribov i bakteriy: materialyi XII mezhdunar. nauch. prakt. konf. [Structural and functional changes in populations and communities in territories with different levels of anthropogenic load: plants, fungi and bacteria: Proceedings of XII International Scientific-Practical Conf]. Belgorod, p. 76–77 (in Russian).

Zinchenko, O. V. 2013. Dinamika sanitarnogo sostoyaniya dereviev sosny v nasazhdeniyakh, oslablennykh raznymi faktorami [Dynamics of health condition of pine trees in stands weakened by various factors]. Nauchnyie vedomosti BelGU [BelSU Scientific Papers], 23(153): 13–19 (in Russian).

Sydorenko S. H., Voron V. P., Sydorenko S. V., Bolohov O. M.

MAIN INDICATORS OF SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) FIRE RESISTANCE WITHIN LEFT-BANK FOREST-STEPPE

Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky

The aim of the study was to determine the basic morphometric indicators of pine fire resistance in typical stands within Left Bank Forest-Steppe and their changes with stand aging. Fire resistance determines the degree of potential stability of a tree to maintain its activity at the individual level after pyrogenic damage. It has been found that the height of the rough bark upper limit depends most on the DBH (r = 0.97) and the age of the trees (F_f = 83.2, F_{st} = 1.8). It was determined that the thickness of the bark at all heights of samplings is usually greater in trees with a greater height of the rough bark; in the area of transition of the rough bark to the thin one its thickness is 0.1–0.9 mm. The thickness of the bark at the ground level of the pine trees is 10 to 15 times the thickness of the bark in the crackles, where it reaches 1.5–5.8 mm. Therefore, during surface fires there is a risk of locally damaged cambium along the crackles. Taking into account these results, a prediction model has been developed, which can be used to estimate approximately the height of the rough bark upper limit for individual pine trees and for stands.

K e y w o r d s : rough bark, surface fires, fire resistance, Scots pine.

Сидоренко С. Г., Ворон В. П., Сидоренко С. В., Бологов А. Н.

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОГНЕСТОЙКОСТИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) В УСЛОВИЯХ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого

Целью статьи является исследование основных морфометрических показателей огнестойкости деревьев сосны обыкновенной в условиях свежей субори Левобережной Лесостепи и их изменений с возрастом насаждений. В отличие от пожаростойкости, огнестойкость определяет степень потенциальной устойчивости дерева сохранять свою жизнедеятельность на индивидуальном уровне после пирогенных повреждений. Выявлено, что высота размещения верхней границы грубой коры более всего зависит от диаметра (r = 0,97) и возраста деревьев (F_f = 83,2, F_{st} = 1,8). Определено, что толщина коры на всех высотах замера обычно больше у деревьев с большей высотой размещения грубой коры, в зоне перехода грубой коры в тонкую она составляет 0,1–0,9 мм. Толщина коры в комлевой части деревьев сосны обыкновенной в 10–15 раз превышает толщину коры в трещинах, где она составляет 1,5–5,8 мм, поэтому при низовых пожарах повышается риск локального поражения камбия вдоль трещин. С учетом полученных результатов разработана математическо-статистическая модель, по которой можно приближенно оценивать высоту размещения грубой коры деревьев в сосняках.

К л ю ч е в ы е с л о в а : грубая кора, низовые пожары, огнестойкость, сосна обыкновенная.

E-mail: serhii88sido@gmail.com *Одержано редколегією: 30.10.2019*

УДК 630.43:630.561.24

CC BY

https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.157

С. Г. СИДОРЕНКО[1], А. М. ЛЮБЧИЧ[2]

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОСТПІРОГЕННОГО ВІДПАДУ В СОСНЯКАХ, ПОШКОДЖЕНИХ ЛІТНІМИ НИЗОВИМИ ПОЖЕЖАМИ, У ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

[1]Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького
[2]Науково-дослідний інститут правового забезпечення інноваційного розвитку НАПрН України

Пожежі є одними із найнебезпечніших чинників дестабілізації лісів. У зв'язку зі зростанням посушливості клімату ризик збільшення частоти й масштабів лісових пожеж залишається високим, тому актуальним є розроблення науково обґрунтованих заходів із пом'якшення екологічних, економічних та соціальних наслідків лісових пожеж. Удосконалено та уточнено показники, що характеризують візуальні прояви пошкодження дерев після низових пожеж, та показники вогнестійкості середньовікових дерев сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). Виявлено, що в міру збільшення середньої висоти нагару на стовбурах зростає частка відпаду в досліджуваних групах дерев (r = 0,87, $t_ф$ = 5,80, $t_{0,01}$ = 3,17). Встановлено, що вогнестійкість дерев збільшується зі збільшенням природного ступеня товщини дерева в насадженні (виявлено обернений достовірний кореляційний зв'язок між природним ступенем товщини (ПСТ) і категорією санітарного стану пошкоджених дерев: (r = -0,54; p = 0,05). Розроблено прогностичну модель для встановлення ймовірності відпаду дерев, пошкоджених низовими стійкими літніми пожежами, яка як предиктори включає середню висоту нагару на стовбурах та ПСТ (точність прогностичної моделі становить понад 78 %).
К л ю ч о в і с л о в а : стійкі низові пожежі, сосняки, прогностичні моделі, вогнестійкість.

Вступ. Пожежі є одними з найнебезпечніших для лісів екологічних чинників. У зв'язку з глобальним потеплінням та збільшенням посушливості клімату ризик збільшення частоти й площі лісових пожеж залишається високим. Понад 90 % загальної кількості пожеж припадає на соснові ліси (Voron & Sydorenko 2014). Стрімке погіршення санітарного стану пошкоджених вогнем сосняків призводить до значних економічних збитків, пов'язаних зі зниженням виходу ділової деревини та погіршенням її технічної якості (Leschenko 2009, Usenia & Churylo 2001). Тому визначення особливостей постпірогенного розвитку сосняків, а саме своєчасна діагностика й точне прогнозування ймовірності усихання пошкоджених пожежами дерев є надзвичайно актуальним завданням для зменшення негативних наслідків, спричинених лісовими пожежами, та для прийняття рішень стосовно ведення господарства в цих лісах.

Вплив лісових пожеж на стан насадження залежить від низки чинників: виду пожежі, її інтенсивності, тривалості, переважаючого типу пошкодження в пройденому пожежею насадженні, характеристик деревостану тощо. Навіть насадження з однаковим рівнем пошкодження, заподіяного у різних сезонах року, можуть характеризуватися різною величиною відпаду. Так, попередніми дослідженнями (Sydorenko 2017) встановлено, що частка сухостійних дерев через рік після весняних пожеж була в п'ять разів меншою, ніж після літніх (2,7 % проти 13,8 %). Інтенсивність відпаду в пошкоджених улітку стиглих сосняках може бути в 10 разів більшою, ніж після весняних пожеж (Sydorenko 2017).

Метою роботи є прогнозування постпірогенного відпаду в сосняках, пошкоджених літніми низовими пожежами, у Лівобережному Лісостепу України.

Матеріали й методи. Постпірогенний розвиток насаджень досліджували на 11 пробних площах (ПП), закладених у середньовікових сосняках Лівобережного Лісостепу впродовж 2013–2017 рр. за стандартними методиками (Ploshchi probni lisovporyadni 2007). Деревостани на ПП характеризувалися різним віком, таксаційними показниками та інтенсивністю пошкодження (табл. 1). Дослідження проведено в межах Харківської області в лісах ДП «Жовтневе ЛГ» та ДП «Зміївське ЛГ».

Кореляційний та регресійний аналіз проводили за загальноприйнятими методиками (Atramentova & Utevska 2007).

Стан пошкоджених дерев визначали за «Санітарними правилами в лісах України» (Sanitarni pravyla 2016).

Під час кореляційного аналізу зв'язок вважали функціональним за коефіцієнта кореляції 1,00, дуже сильним – 0,90–0,99, сильним – 0,70–0,89, значним – 0,50–0,69, помірним – 0,30–0,49, слабким – 0,10–0,29 (Atramentova & Utevska 2007).

Таблиця 1

Таксаційні показники деревостанів на пробних площах, закладених у пошкоджених низовими пожежами середньовікових сосняках

№ ПП	Вік, років	Середній діаметр, см	Висота, м	Запас, $м^{3} \cdot га^{-1}$	Повнота	Середня висота нагару, м
1	60	27,2	24,5	386	0,77	0,69
2	57	26,0	21,0	476	1,00	2,02
3	57	21,1	18,7	238	0,58	2,30
4	60	28,4	25,2	481	0,93	2,52
5	68	25,3	20,8	256	0,62	3,58
6	70	26,5	21,2	261	0,62	4,45
7	61	28,6	25,7	268	0,50	0,78
8	61	21,8	19,6	220	0,60	1,26
9	65	28,4	22,2	375	0,91	1,85
10	65	26,6	22,5	401	0,96	1,98
11	65	25,3	23,1	419	0,94	0,95

Для побудови прогностичних моделей імовірності всихання окремих дерев використано множинний регресійний аналіз, а також логістичний регресійний аналіз (бінарні регресії) (Shalabanov & Roganov 2008). Якість логістичних регресій перевіряли за допомогою ROC-аналізу (Fawcett 2004) із використанням пакету SPSS 20 від IBM. Для аналізу якості моделей і корегування порогу відсічення використовували ROC-аналіз (receiver operating characteristic). Під час ROC-аналізу якість моделі вважають відмінною за значення AUC (area under curve) – 0,9–1,0; дуже доброю – 0,8–0,9; доброю 0,7–0,8; середньою – 0,6–0,7; незадовільної якості– 0,5–0,6 (Fawcett 2004).

Під час моделювання як найбільш доцільний обрано такий дизайн рівняння (1), за допомогою якого досягалася найкраща апроксимація щодо оцінювання ймовірності усихання:

$$y = \frac{exp(a_0 - x_1 \times a_1 + x_2 \times a_2)}{(1 - exp(a_0 - x_1 \times a_1 + x_2 \times a_2))}, \quad (1)$$

де y – залежна змінна;
$a_0 ... a_n$ – коефіцієнти регресії;
$x_0 ... x_n$ – незалежні змінні.

Результати та обговорення. Кореляційним аналізом виявлено сильний прямий зв'язок між висотою нагару на стовбурах і санітарним станом дерев (r = 0,91, $t_ф$ = 6,80, $t_{0,01}$ = 3,17). Результати регресійного аналізу доводять, що у 83 % випадків літніх пожеж стан дерев визначається середньою висотою нагару на стовбурі. Також доведено, що в міру збільшення середньої висоти нагару на стовбурах зростає частка відпаду в досліджуваних групах дерев (r = 0,87, $t_ф$ = 5,80, $t_{0,01}$ = 3,17).

Для середньовікових дерев сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) характерним є збільшення вогнестійкості дерев зі збільшенням діаметра стовбура (виявлено обернений достовірний кореляційний зв'язок між діаметром і санітарним станом пошкоджених дерев: r = -0,4; p = 0,05.

Для розроблення моделей постпірогенного відпаду враховували розподіл дерев за природними ступенями товщини (ранжування дерев у насадженні відносно середнього діаметра), адже ця додаткова змінна відображає як якісний показник розвитку дерева (клас Крафта) у насадженні, так і кількісний (діаметр). Між санітарним станом і природним ступенем товщини (ПСТ) виявлено обернений кореляційний зв'язок (r = -0,54; p = 0,05). Пригнічені дерева, ПСТ яких менші за 0,6, всихають за будь-якого рівня пошкодження. Для ПСТ 0,7–1,2 летальне пошкодження відбувається за висоти нагару на стовбурі понад 3 м (I_c сягатиме IV,1–IV,6). Для дерев зі ступенем товщини понад 1,3 летальний рівень пошкодження досягається, лише якщо висота нагару на стовбурі перевищуватиме 4 м.

Для точного прогнозування наслідків пожежі необхідно встановити ризик усихання кожного з дерев. За допомогою логістичного регресійного аналізу одержано моделі, найточніша з яких (2) включала як предиктори природний ступінь товщини та середню висоту нагару ($H_{сер}$) (рис. 1).

$$P = \frac{exp(2{,}67 - 5{,}20 \times ПСТ + 0{,}61 \times Hсер)}{(1 - exp(2{,}67 - 5{,}20 \times ПСТ + 0{,}61 \times Hсер))}, \quad (2)$$

де P – ймовірність усихання (від 0 до 1);
ПСТ – природний ступінь товщини;
$H_{сер}$ – середня висота нагару на стовбурі.

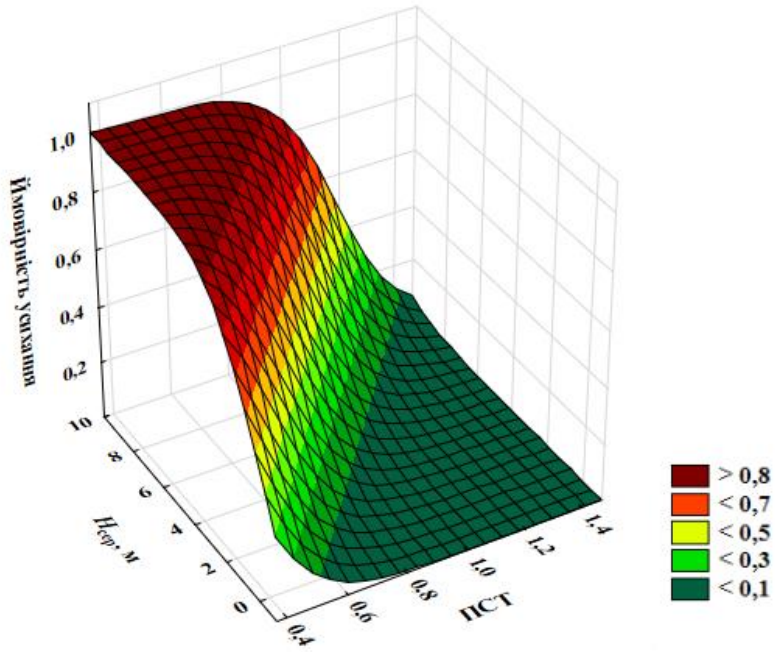


Рис. 1 – Ймовірність усихання середньовікових дерев сосни залежно від висоти нагару на стовбурі та природного ступеня товщини

Точність прогнозу сягає 78,2 %. За допомогою ROC-аналізу підтверджено високу якість запропонованої моделі (AUC = 0,83 ± 0,020). Включення більшої кількості змінних до моделі (мінімальна та максимальна висота нагару на стовбурах, діаметр, висота дерева, клас бонітету насадження тощо) не призводило до підвищення її точності понад 1 %. Відповідно до класифікації до категорії усохлих належали дерева п'ятої («свіжий сухостій») та шостої («старий сухостій») категорій стану. Сприйнятливі до заселення стовбуровими шкідниками дерева категорії «усихаючі», які, найімовірніше, з часом усохнуть, у початковому варіанті не були враховані. Тому було знижено «межу відсікання» для поданої вище моделі до 0,38.

Дисперсійним аналізом підтверджено значущість опіку тонкої кори. Було відібрано дерева із середніми природними ступенями товщини в межах 0,9–1,1, однорідних як за віком, так і за висотою нагару на стовбурах (2,8–3,1 м). Вибірку розподілили на три групи:

– «груба кора» – коли верхня межа нагару не перевищувала верхньої межі розміщення грубої кори;

– «зона переходу» – коли верхня межа нагару знаходилася на один метр нижче від зони переходу грубої кори в тонку або якщо вони співпадали;

– «опік тонкої кори» – коли верхня межа нагару була розташована вище, ніж верхня межа переходу грубої кори в тонку. Вплив пошкодження зони тонкої кори на стан дерев виявився статистично достовірним (F_f = 5,98; F_{st} = 3,07; p = 0,003) (рис. 2).

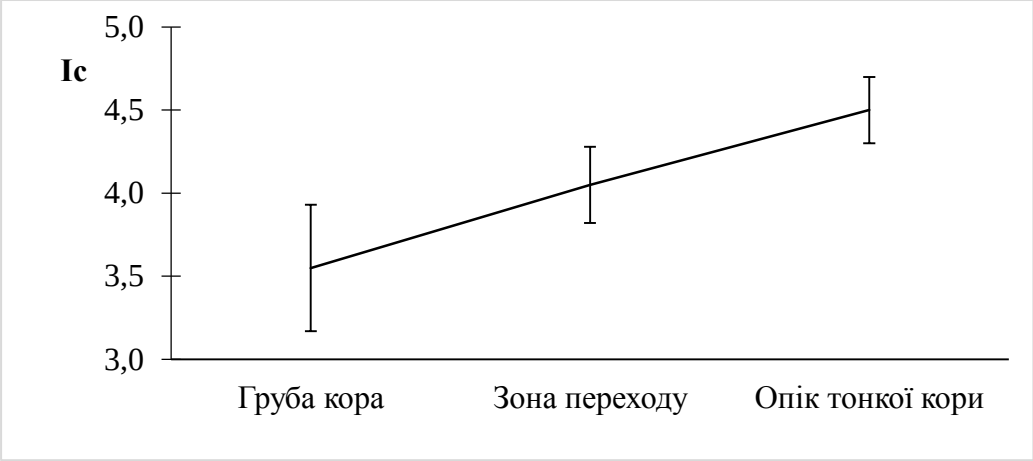


Рис. 2 – Індекс санітарного стану дерев за однакової висоти нагару залежно від зони пошкодження кори

Отже, відбираючи схильні до всихання екземпляри дерев у рубку, варто звертати увагу на наявність опіку тонкої кори. У випадках, коли висота нагару сягає чи перевищує висоту розташування верхньої межі грубої кори, ймовірність усихання дерев різко збільшується.

Таким чином, базуючись на отриманому рівнянні, було створено нормативно-довідкову таблицю (табл. 2) для оцінювання ймовірності відпаду кожного з дерев індивідуально залежно від природного ступеня товщини та середньої висоти нагару на стовбурі.

Таблиця 2

Імовірність усихання окремих дерев у соснових середньовікових деревостанах, пошкоджених літніми низовими пожежами, %

Середня висота нагару, м	Природний ступінь товщини										
	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
0,5	100	83	57	38	24	15	9	5	3	2	1
1,0	100	100	72	48	31	20	12	7	4	3	2
1,5	100	100	88	61	40	26	16	10	6	4	2
2,0	100	100	100	76	52	34	21	13	8	5	3
2,5	100	100	100	93	65	44	28	17	11	6	4
3,0	100	100	100	100	81	56	36	23	14	9	5
3,5	100	100	100	100	100	70	47	30	19	12	7
4,0	100	100	100	100	100	86	60	39	25	16	9
4,5	100	100	100	100	100	100	74	50	33	21	13
5,0	100	100	100	100	100	100	91	64	42	27	17
5,5	100	100	100	100	100	100	100	79	54	35	22
6,0	100	100	100	100	100	100	100	100	68	46	29
6,5	100	100	100	100	100	100	100	100	84	58	38
7,0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	73	49
7,5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	89	62
8,0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	77
8,5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Таблиця та математична модель можуть бути використані під час відбору пошкоджених низовими пожежами дерев до вибіркової санітарної рубки. Дерева, нагар на яких сягає зони перехідної кори, відводять до рубки не залежно від висоти нагару. Перевагою використання запропонованих критеріїв є виявлення дерев із високою ймовірністю всихання ще до появи виразних візуальних ознак усихання за станом крони для ефективного та оперативного прийняття управлінських рішень стосовно заходів у пошкоджених низовими пожежами насадженнях.

Висновки. Основними показниками вогнестійкості середньовікових дерев сосни звичайної є діаметр (природний ступінь товщини) і висота розташування грубої кори. Більш вогнестійкими є дерева з діаметром, значення якого є більшими за середній у насадженні (ПСТ $\geq$ 1,2), та високим розташуванням грубої кори (зважаючи, що в більшості випадків середня висота нагару під час низових пожеж не перевищувала 3–4 м, дерева з висотою розташування верхньої межі грубої кори понад 5 м можна вважати вогнестійкими).

Летальні рівні пошкодження залежать від середньої висоти нагару на стовбурі та морфометричних показників дерева. Для дерев із природним ступенем товщини, меншим 0,8 це – висота нагару понад 1 м, із ПСТ 1,0–1,1 – понад 3 м, для дерев із ПСТ 1,4–1,6 – висота нагару понад 6 м.

За результатами досліджень запропоновано математично-статистичну модель, яку доцільно використовувати для класифікації пошкоджених низовими пожежами дерев як таких, що всохнуть у найкоротші після пожежі терміни. Використання такого підходу дасть можливість мінімізувати збитки, спричинені змінами товарності пошкоджених пожежами насаджень.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Atramentova, L. O. and Utevska, O. M. 2007. Porivnyannya hrup i analiz zviazku [Group comparison and relations analysis]. Kharkiv, Ranok Publishing House, 176 p. (in Ukrainian).

Fawcett, T. 2004. ROC Graphs: Notes and Practical Considerations for Researchers. Kluwer Academic Publishers, 38 p.

Leschenko, V. O. 2009. Priami vtraty lisovoho hospodarstva vid pozhezh u sosniakakh derzhavnoho pidpryiemstva "Zmiivske lisove hospodarstvo" [Direct losses of forestry are from fires in the pine forests of State Enterprise «Zmiivsk Forest District»]. Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny [Scientific Bulletin of UNFU], 19.8: 91–96 (in Ukrainian).

Sanitarni pravyla v lisakh Ukrainy [Sanitary Forests Regulations in Ukraine]. 2016. [Electronic resource]. Approved by Cabinet of Ministers of Ukraine. Kyiv, 20 p. Available from: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/555-95-%D0%BF (last accessed date 12.11.2019) (in Ukrainian).

Shalabanov, A. K. and Roganov, D. A. 2008. Ekonometrika: Uchebno-metodicheskoe posobie [Econometrics: A textbook]. Kazan, Akademiya upravleniya «TISBI», 203 p. (in Russian).

Sydorenko, S. H. 2017. Postpirohennyy rozvytok sosniakiv Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Postpyrogenic growth of Scots pine stands in the Left-bank Forest-Steppe of Ukraine]. Avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. s.-h. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Kharkiv, 22 p. (in Ukrainian).

Ploshchi probni lisovporyadni. 2007. Metod zakladannya. SOU 02.02-37-476:2006. [Forest inventory sample plots. Establishing method. Corporate standard 02.02-37-476:2006]. Kyiv, Minahropolityky Ukrayiny, 32 p. (in Ukrainian).

Usenia V. V. and Churylo V. S. 2001. Dinamika poslepozharnogo otpada v sosnovyh nasazhdeniyah [The dynamics of post-fire mortality in pine stands]. Problemy lesovodstva: sbornik nauchnykh trudov Instituta lesa Belarusi [Problems of Forest and Forestry: collection of scientific works of Institute of Wood of NAS of Belarus]. Vol. 52, p. 209–214 (in Russian).

Voron V. P. and Sydorenko S. H. 2014. Osobennosti poslepozharnogo razvitiya sosnovyh molodnyakov [Features of the postfire development of pine young growths]. Problemy lesovodstva: sbornik nauchnykh trudov Instituta lesa Belarusi [Problems of Forest and Forestry: collection of scientific works of Institute of Wood of NAS of Belarus]. Vol. 74, p. 513–523 (in Russian).

Sydorenko S. H.[1], Liubchych A. M.[2]

POSTFIRE TREE MORTALITY MODELLING FOR PINE STANDS DAMAGED BY SUMMER SURFACE FIRES IN THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

[1]*Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky*
[2] *The Scientific and Research Institute of Providing Legal Framework for the Innovative Development*

Wildfires are the most dangerous destabilizing factors for forest ecosystems. Due to the increasing climate aridity, the risk remains high for the growth of forest fires frequency. Therefore, developing science-based forest practices to mitigate the ecological, economic and social loses caused by forest fires is an urgent topic. The indicators describing visual manifestations of tree damage after surface fires and middle-aged *Pinus sylvestris* L. trees fire resistance have been improved and refined. It was found that with an increase of average bark char height, the number of dead trees in the studied tree groups also increases (r = 0.87, t_f = 5.80, $t_{0.01}$ = 3.17). It was determined that the fire resistance of trees increases with the growth of natural degree of tree thickness in the pine stand (statistically significant correlation was found between the natural degree of thickness and the health condition of damaged trees: r = -0.54; p = 0.05. A prognostic mortality model to determine the probability of mortality of individual trees damaged by surface summer fires has been developed. It includes the average height of bark char and natural degree of thickness as predictors. At that, the accuracy of the forecast model is over 78%.

K e y w o r d s : summer surface fires, pines, postfire tree mortality model, fire resistance.

Сидоренко С. Г.[1], Любчич А. М.[2]

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСТПИРОГЕННОГО ОТПАДА В СОСНЯКАХ, ПОВРЕЖДЕННЫХ ЛЕТНИМИ НИЗОВЫМИ ПОЖАРАМИ, В ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

[1]*Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого*
[2]*Научно-исследовательский институт правового обеспечения инновационного развития НАПрН Украины*

Пожары являются одними из наиболее опасных факторов дестабилизации лесов. В связи с возрастанием засушливости климата риск увеличения частоты и масштабов лесных пожаров остается высоким, поэтому актуальной является разработка научно обоснованных мероприятий по смягчению экологических, социальных и экономических последствий лесных пожаров. Уточнены показатели, характеризующие визуальные проявления повреждений деревьев после низовых пожаров, и показатели огнестойкости средневозрастных деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Выявлено, что по мере увеличения средней высоты нагара на стволах возрастает доля усохших деревьев в исследуемых группах (r = 0,87, $t_ф$ = 5,80, $t_{0,01}$ = 3,17). Установлено, что огнестойкость деревьев увеличивается с увеличением естественной степени толщины деревьев в насаждении (обнаружена обратная достоверная корреляционная связь между естественными степенями толщины и санитарным состоянием поврежденных деревьев: r = -0,54; p = 0,05). Разработана прогностическая модель для установления вероятности отпада отдельных деревьев, поврежденных низовыми устойчивыми летними пожарами, которая в качестве предикторов включает среднюю высоту нагара на стволах и естественную степень толщины (точность прогностической модели – более 78 %).

К л ю ч е в ы е с л о в а : устойчивые низовые пожары, сосняки, прогностические модели, огнестойкость.

E-mail: serhii88sido@gmail.com

Одержано редколегією: 29.11.2019

ЗАХИСТ ЛІСУ

UDC 630.2

https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.163

***V. L. MESHKOVA*[1,2], *V. L. BORYSOVA*[2]**

AGE STRUCTURE OF EUROPEAN ASH (*FRAXINUS EXCELSIOR* L.) FORESTS IN THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

1. Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky
2. Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchaev

The age structure of European ash stands in the forest fund of ten forest enterprises from Sumy, Kharkiv and Poltava regions was analyzed considering forest site conditions, stand origin, site index and ash proportion in the forest composition. The average age of ash stands is 68 years for the Left-Bank Forest-Steppe. On average from 46.1 % to 81.6% of European ash stands survive up to the V age class. The average age of ash stands is the highest in the forest-steppe part of Sumy Region in D_2 and D_3, in Kharkiv Region in D_1, and in Poltava Region in C_2 and C_3. The average age is the highest (75 years) in artificial seed stands in Kharkiv Region, in natural seed (86 years) and vegetative (77 years) origin in Sumy Region. The survival of pure and almost pure ash stands is the highest in Kharkiv Region and the lowest in Poltava Region. In the legislatively adopted maturity age (VIII age class) survival of European ash with its proportion of 80–100 % is 26.5 %, 13.1 % and 3.2 % in Kharkiv, Sumy and Poltava Regions respectively. Correction of the main felling age in forests that are possible for exploitation is suggested considering the possible loss of timber quality as a result of forest damage by different causes.
Key words: European ash (*Fraxinus excelsior* L.), forest site conditions, stand origin, site index, ash proportion.

Introduction. Recently health condition of forest trees have been worsening (Matsiakh & Kramarets 2014, Davydenko & Meshkova 2017, Linnakoski et al. 2019), which is connected with anthropogenic disturbances (Paap et al. 2018), climate change (Shvidenko et al. 2017), and a spread of injurious organisms (Davydenko & Meshkova 2017). European ash (*Fraxinus excelsior* L.) is currently threatened across most of its distributional range by ash dieback, caused by *Hymenoscyphus fraxineus* (Baral et al. 2014). In eastern Ukraine, first ash decline symptoms were observed in 2010 and the *H. fraxineus* was detected in symptomatic shoots in 2012 (Davydenko et al. 2013). In western Ukraine, *Hymenoscyphus fraxineus* was identified in 2014 (Matsiakh & Kramarets 2014). In addition to ash dieback, ash is affected by tuberculosis (Janse 1982, Kulbanska 2015, Davydenko et al. 2019, Meshkova et al. 2019), root rots (Langer 2017), and also damaged by insects (Meshkova et al. 2017). It results in the premature death of trees and stands, and deterioration of wood quality (Metzler et al. 2012, Langer 2017). Our previous research showed that susceptibility of European ash to different pathogens as well as the severity of tree damage increase with tree age (Meshkova & Borisova 2017). In such a case, the maturity age evaluated by growth dynamics is much higher than the actual age of tree mortality from disease. A similar situation was shown for silver birch (*Betula pendula* Roth) (Meshkova & Koshelyaeva 2019).

The aim of this work was to define the age structure of European ash stands in the Left-Bank Forest-Steppe considering forest site conditions, stand origin, site index and ash proportion in the forest composition.

Materials and Methods. The "Ukrderzhlisproekt" Production Association Database (by 1.01.2011) was analyzed for the State Forest Enterprises which are located in the Left-Bank Forest-Steppe. Sumy Region was represented by two State Enterprises: "Okhtyrske Forest Economy" (FE) and "Trostyanetske FE". Poltava Region was represented by three State Enterprises: "Gadyatske FE", "Myrgorodske FE" and "Poltavske FE". Kharkiv Region was represented by five State Enterprises, namely "Vovchanske FE", "Gutyanske FE", "Zmiyivske FE", "Chuguevo-Babchanske FE", and Kharkivska Forest Research Station of Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky ("Kharkivska FRS"). The territory covers the latitude from 49°35' N (Poltavske FE) to 50°28' N (Trostyanetske FE), and longitude from 33°36' E (Myrgorodske FE) to 36°56' E (Vovchanske FE) (Table 1). The data for subcompartments with European ash as the main forest-forming species have been analyzed by 10-year age classes for

different forest site conditions, origin (natural and artificial seed origin, vegetative origin), site index, and proportion of European ash in the stand composition.

Table 1

Characteristics of European ash stands in the forest fund of analyzed forest enterprises

State Forest Enterprise (FE)	Latitude, N*	Longitude, E	Area of ash stands, hectares	Proportion of ash stands, %**	Average age (age class limits in brackets)
Okhtyrske FE	50°18'	34°54'	1874.9	7.9	69 (II–XV)
Trostyanetske FE	50°28'	34°28'	885.3	4.3	86 (I–XVIII)
Vovchanske FE	50°17'	36°56'	651.0	2.5	67 (I–XIII)
Gutyanske FE	50°08'	35°21'	180.4	0.7	63 (III–XI)
Zmiyivske FE	49°42'	36°22'	410.0	1.1	63 (I–IX)
Chuguevo-Babchanske FE	49°52'	36°44'	875.3	4.4	65 (III–XI)
Kharkivska FRS	50º09'	36º31'	53.2	0.3	65 (III–IX)
Gadyatske FE	50°22'	33°59'	218.8	0.8	59 (III–X)
Poltavske FE	49°35'	34°32'	390.7	1.6	55 (I–XI)
Myrgorodske FE	49°57'	33°36'	643.2	2.6	64 (I–XI)
Kharkiv Region ***	–	–	2169.9	1.7	64 (I–XIII)
Sumy Region ***	–	–	2760.2	6.3	74 (I–XVIII)
Poltava Region ***	–	–	1252.7	1.6	60 (I–XI)
Left-Bank Forest-Steppe ***	–	–	6182.8	2.5	68 (I–XVIII)

*Latitude and longitude for each forest enterprise were evaluated as centroids of respective contours of the territory using MapInfo Mapping Package.

**Proportion of ash stands from area of forest covered lands, %.

***Average for analyzed Forest Enterprises from each region or pooled data for Left-Bank Forest-Steppe.

The probability of stand survival up to the mentioned age class was modeled by the method of Yu. P. Demakov (Demakov 2000), which was successfully tested in the analysis of the survival of pine stands in Sumy Region (Tovstukha 2012), English oak (*Quercus robur* L.) (Meshkova & Didenko 2017) and silver birch (Meshkova & Kosheliaeva 2019) in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. According to the method, the proportion of the stand area of each 10-year age class was evaluated for each set of subcompartments with respective forest origin, site condition, site index, and proportion of European ash in the stand composition. Then the proportion of stands' area, which survives up to a certain age, was evaluated.

The data were analyzed using MS Excel. Coordinates for each forest enterprise were evaluated as centroids of respective contours of the territory using MapInfo Mapping Package.

Results and Discussion. Area of European ash stands is the largest in analyzed forest enterprises of Sumy Region (average area for FE 2760.2 / 2 = 1380.1 ha). Even in Trostyanetske FE with the lowest area of ash stands in Sumy Region this parameter was larger than in all forest enterprises of Poltava Region. In Kharkiv Region, an average area of European ash stands is almost the same as in Poltava Region (2169.9 / 5 = 434.0 ha and 1252.7 / 3 = 417.6 ha respectively), but in the northern part of the region (Chuguevo-Babchanske FE and Vovchanske FE) it is close to the value in Trostyanetske FE (see Table 1). The proportion of ash stands is on average 2.4 % for all analyzed Forest Enterprises in the Left-Bank Forest-Steppe. It is the largest (6.3%) for Sumy Region and the same (1.6 %) for Poltava and Kharkiv Regions. The proportion of ash stands highly correlates with ash stands area in the forest fund of forest enterprises (r = 0.98; $r_{0.01}$ = 0.76). It is the lowest in Gutyanske FE (0.7 %) and the highest in Okhtyrske FE (2.2 %).

The age class of ash stands varies from I to XVIII in different forest enterprises of the Left-Bank Forest-Steppe. The oldest stands of European ash are in the XVIII age class only in Trostyanetske FE, in XV and XIII age classes – in Okhtyrske FE and Vovchanske FE respectively, in XI age class – in five forest enterprises, in the X age class – in Gadyatske FE, and in the IX age class – in Kharkivska FRS and Zmiyivske FE (see Table 1). The average age of ash stands is 68 years for the Left-Bank Forest-Steppe. It is the largest in Sumy Region (74 years), the lowest in Poltava Region (60 years) and is 64 years for Kharkiv Region.

The average age of ash stands is the highest in Trostyanetske FE (86 years) and it gradually decreases in the sequence: Okhtyrske FE (69 years), Vovchanske FE (67 years), Kharkivska FRS (65 years) and so on with the lowest values in Gadyatske FE (59 years) and Poltavske FE (55 years) (see Table 1). In the dataset of analyzed forest enterprises, the average age class of ash stands tends to increase with latitude but the correlation is insignificant ($r = 0.55$; $r_{0.05} = 0.63$).

Analysis of European ash stands by subcompartments with all origins, forest site conditions, site index and ash proportion in the stand indicates that from 46.1 % (Poltavske FE) to 81.6 % (Kharkivska FRS) of them survive in the V age class (Table 2).

Table 2

Survival of European ash stands in the forest fund of certain forest enterprises of the Left-Bank Forest-Steppe (all origins, site index and forest site conditions)

State Forest Enterprise (FE)	Average age	Survival up to age class, %					
		V	VI	VII	VIII	IX	X
Vovchanske FE	67	55.6	49.0	34.6	19.7	19.6	13.4
Kharkivska FRS	65	81.6	58.3	25.0	6.0	0.0	0.0
Gutyanske FE	63	62.8	35.7	24.9	10.9	10.1	1.2
Chuguevo-Babchanske FE	62	59.9	26.9	20.1	12.8	11.6	1.4
Zmiyivske FE	63	60.8	49.8	34.5	29.2	0.0	0.0
Trostyanetske FE	86	75.0	64.5	58.5	40.2	35.8	26.1
Okhtyrske FE	69	60.9	53.5	40.0	32.9	23.7	12.1
Gadyatske FE	59	66.1	34.1	14.0	0.7	0.7	0.0
Poltavske FE	55	46.1	38.4	24.5	12.1	7.4	0.7
Myrgorodske FE	64	68.7	51.0	35.8	19.1	8.2	1.4

The part of the stands preserved in the VI age class is from 26.9 % in Chuguevo-Babchanske FE to 64.5 % in Trostyanetske FE. Up to VIII age class which is suggested as the age of maturity, 0.7 and 6.0 % of European ash stands survive in Gadyatske FE and Kharkivska FRS respectively. The highest ash survival in the VIII age class is in Trostyanetske FE and Okhtyrske FE (40.2 % and 32.9 % respectively). Ash stands in Kharkivska FRS and Zmiyivske FE do not survive up to IX age class, in Gadyatske FE survival is only 0.7 %, and the highest survival in Trostyanetske FE (35.8 %), Okhtyrske FE (23.7 %) and Vovchanske FE (19.6%) is not so high (see Table 2).

Data grouping by forest site conditions shows that the predominant part of European ash stands grows in D_2 – fresh fertile forest site conditions (fsc) (Table 3).

Table 3

Distribution of area of European ash stands by forest site condition types in the forest fund of certain forest enterprises of the Left-Bank Forest-Steppe (all origins and site index classes)

State Forest Enterprise (FE)	Distribution of area, %					
	B_2	C_1	C_2–C_3	D_1	D_2	D_3
Vovchanske FE	0.00	0.17	0.52	6.79	88.96	3.56
Kharkivska FRS	0.00	0.00	3.95	3.20	85.90	6.95
Gutyanske FE	0.00	0.00	2.51	1.80	91.38	4.31
Chuguevo-Babchanske FE	0.00	0.43	3.49	9.79	85.49	0.79
Zmiyivske FE	0.02	0.39	3.52	41.26	52.13	2.68
Trostyanetske FE	0.17	0.00	0.69	0.75	98.34	0.06
Okhtyrske FE	0.00	0.00	0.20	0.30	94.41	5.08
Gadyatske FE	0.00	0.00	4.39	0.00	82.22	13.39
Poltavske FE	0.00	1.43	46.15	0,51	39.98	11.93
Myrgorodske FE	1.41	0.00	4.10	1.51	87.48	5.49
Kharkiv Region *	0.01	0.30	2.53	13.95	80.79	2.42
Sumy Region *	0.05	0.00	0.36	0.45	95.67	3.47
Poltava Region *	0.73	0.45	17.27	0.93	71.75	8.88
Left-Bank Forest-Steppe *	0.17	0.20	4.55	5.29	85.60	4.20

*Average for analyzed Forest Enterprises from each region or pooled data for Left-Bank Forest-Steppe.

Such proportion is 85.6% in the pooled dataset, from 71.75 % in Poltava Region to 95.67 % in Sumy Region. In Kharkiv Region the noticeable part of ash stands is in D_1 – dry fertile fsc

(13.95 %), and in Poltava Region – in C_2–C_3 – fresh and moist relatively fertile fsc (46.15 %) and in D_3 – moist fertile fsc (8.88 %). In B_2 (fresh relatively poor fsc) and C_1 (dry relatively fertile fsc) ash stands occupy less than 1 % except for 1.41 % in B_2 in Myrgorodske FE and 1.43 % in C_1 in Poltavske FE (see Table 3).

Survival of European ash in almost all age classes is the lowest in the fresh and moist relatively fertile forest site conditions (Fig. 1). In the fertile site conditions, ash survival decreases gradually. In the interval between III and VIII age classes the survival is the highest in D_1 and the lowest in D_2, but in D_2 and in D_3 ash stands live longer – up to XVIII and XII age classes respectively.

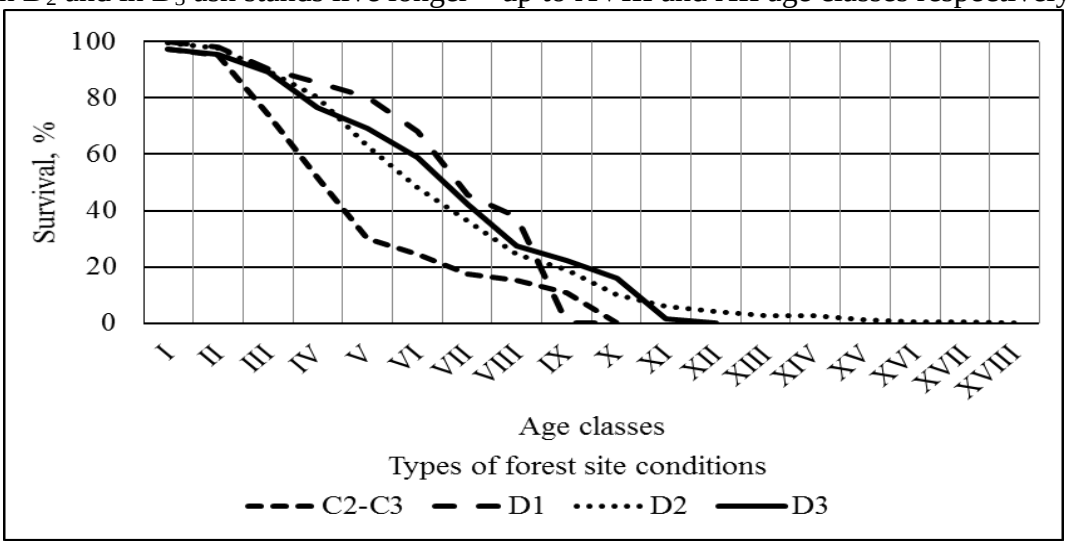


Fig. 1 – Survival of European ash stands in the particular forest site conditions in the forest fund of analyzed forest enterprises of the Left-Bank Forest-Steppe (all origins and site index classes) (C_2 – fresh relatively fertile forest site conditions (fsc); C_3 – moist relatively fertile fsc; D_1 – dry fertile fsc; D_2 – fresh fertile fsc; D_3 – moist fertile fsc)
Note: B_2 – fresh relatively poor forest site conditions is not shown because of very low occurrence

Comparison of the evaluation results by administrative regions shows that in C_2–C_3 European ash has the worst survival in Sumy Region and the best in Poltava Region (Table 4).

Table 4

Survival of European ash stands in the particular forest site conditions in the forest fund of analyzed forest enterprises of the Left-Bank Forest-Steppe grouped by regions (all origins and site index)

Region	Average age	Survival up to age class, %					
		V	VI	VII	VIII	IX	X
C_2 – C_3 – fresh and moist relatively fertile forest site conditions							
Kharkiv	51	33.3	26.2	4.0	0.0	0.0	0.0
Sumy	33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Poltava	53	30.7	25.2	21.5	20.0	14.1	0.0
D_1 – dry fertile forest site conditions							
Kharkiv	72	81.6	70.1	47.5	40.8	0.0	0.0
Sumy	64	82.1	55.3	35.8	0.0	0.0	0.0
Poltava	47	41.9	30.8	2.6	2.6	0.0	0.0
D_2 – fresh fertile forest site conditions							
Kharkiv	63	56.3	33.9	25.2	14.8	13.6	5.9
Sumy	74	65.3	57.0	45.9	34.9	27.0	15.8
Poltava	63	69.9	49.0	29.5	12.4	4.8	1.3
D_3 – moist fertile forest site conditions							
Kharkiv	66	79.1	71.6	32.7	6.8	0.0	0.0
Sumy	81	74.1	64.6	53.1	52.5	49.7	42.9
Poltava	61	60.8	47.8	37.1	15.4	9.0	0.0

The average age class of ash stands is the highest in the forest-steppe part of Sumy Region in D_2 and D_3, in the forest-steppe part of Kharkiv Region in D_1, and in the forest-steppe part of Poltava

Region in C_2 and C_3. In D_1 ash survival is the lowest in the forest-steppe part of Poltava Region and the highest in the forest-steppe part of Kharkiv Region. In D_2 and D_3 ash survival is the highest in the forest-steppe part of Sumy Region, which is most obvious in the VI–X and VII–X age classes respectively. In D_3 ash survival in the forest-steppe part of Kharkiv Region is higher than in the forest-steppe part of Poltava Region before VI age class (see Table 4).

Data grouping by stand origin shows that the predominant part of European ash grows in vegetative stands (Table 5). Artificial seed ash stands predominate in the forest fund of Kharkivska FRS (82.3 %), Gadyatske FE (77.9 %) and Gutyanske FE (57.6 %). Proportion of natural seed stands is low in most of analyzed forest enterprises with the highest values in Gadyatske FE (17.8 %), Trostyanetske FE (16 %), Poltavske FE (12.9 %) and Kharkivska FRS (10.7 %).

Table 5

Distribution of area of European ash stands by stand origin in the forest fund of certain forest enterprises of the Left-Bank Forest-Steppe (all site index classes and forest site conditions)

State Forest Enterprise (FE)	Distribution of area, %		
	natural seed	artificial seed	vegetative
Vovchanske FE	5.6	17.9	76.5
Kharkivska FRS	10.7	82.3	7.0
Gutyanske FE	0.2	57.6	42.2
Chuguevo-Babchanske FE	0.0	17.9	82.1
Zmiivske FE	4.5	13.3	82.2
Trostyanetske FE	16.0	23.1	60.9
Okhtyrske FE	4.2	15.6	80.2
Gadyatske FE	17.8	77.9	4.3
Poltavske FE	12.9	17.8	69.3
Myrgorodske FE	7.9	33.3	58.8
Kharkiv Region *	2.8	21.9	75.3
Sumy Region *	8.0	18.0	74.0
Poltava Region *	11.2	36.2	52.6
Left-Bank Forest-Steppe *	6.8	23.1	70.1

*Average for analyzed Forest Enterprises from each region or pooled data for Left-Bank Forest-Steppe.

A calculation shows that an average age of ash is the highest for the stands of artificial seed origin (75 years) in Kharkiv Region, of natural seed (86 years) and vegetative (77 years) origin – in Sumy Region (Fig. 2).

In the forest fund of analyzed forest enterprises of the Left-Bank Forest-Steppe, the most ash stands have the I site index class (Table 6). Only in the forest-steppe part of Kharkiv Region the II–III site index classes predominate (61.9 %). The largest proportion of ash stands with I^a–I^g site index class is in Trostyanetske FE and Okhtyrske FE of Sumy Region (35.5 % and 32.7 % respectively) and in Gadyatske FE and Poltavske FE of Poltava Region (35.2 % and 29.5 % respectively), their less proportion is in Gutyanske FE and Kharkivska FRS of Kharkiv Region (28.4 % and 24.2 % respectively) (see Table 6).

Table 6

Distribution of area of European ash stands by site index classes in the forest fund of certain forest enterprises of the Left-Bank Forest-Steppe (all stand origins and forest site conditions)

State Forest Enterprise (FE)	Distribution of area, %			
	I^a–I^g	I	II–III	IV–V
Vovchanske FE	7.9	45.2	43.9	3.0
Kharkivska FRS	24.2	34.2	39.7	1.9
Gutyanske FE	28.4	46.4	25.2	0.0
Chuguevo-Babchanske FE	0.3	11.8	86.6	1.3

Continuation of Table 6

State Forest Enterprise (FE)	Distribution of area, %			
	I^a–I^g	I	II–III	IV–V
Zmiyivske FE	3.9	38.7	56.6	0.8
Trostyanetske FE	35.5	55.7	8.5	0.3
Okhtyrske FE	32.7	50.4	16.6	0.3
Gadyatske FE	35.2	54.3	10.5	0.0
Poltavske FE	29.5	42.4	27.6	0.5
Myrgorodske FE	19.0	50.9	30.0	0.1
Kharkiv Region *	6.2	30.3	61.9	1.6
Sumy Region *	33.5	52.1	14.1	0.3
Poltava Region *	25.1	48.9	25.8	0.2
Left-Bank Forest-Steppe *	22.3	43.8	33.2	0.7

*Average for analyzed Forest Enterprises from each region or pooled data for Left-Bank Forest-Steppe.

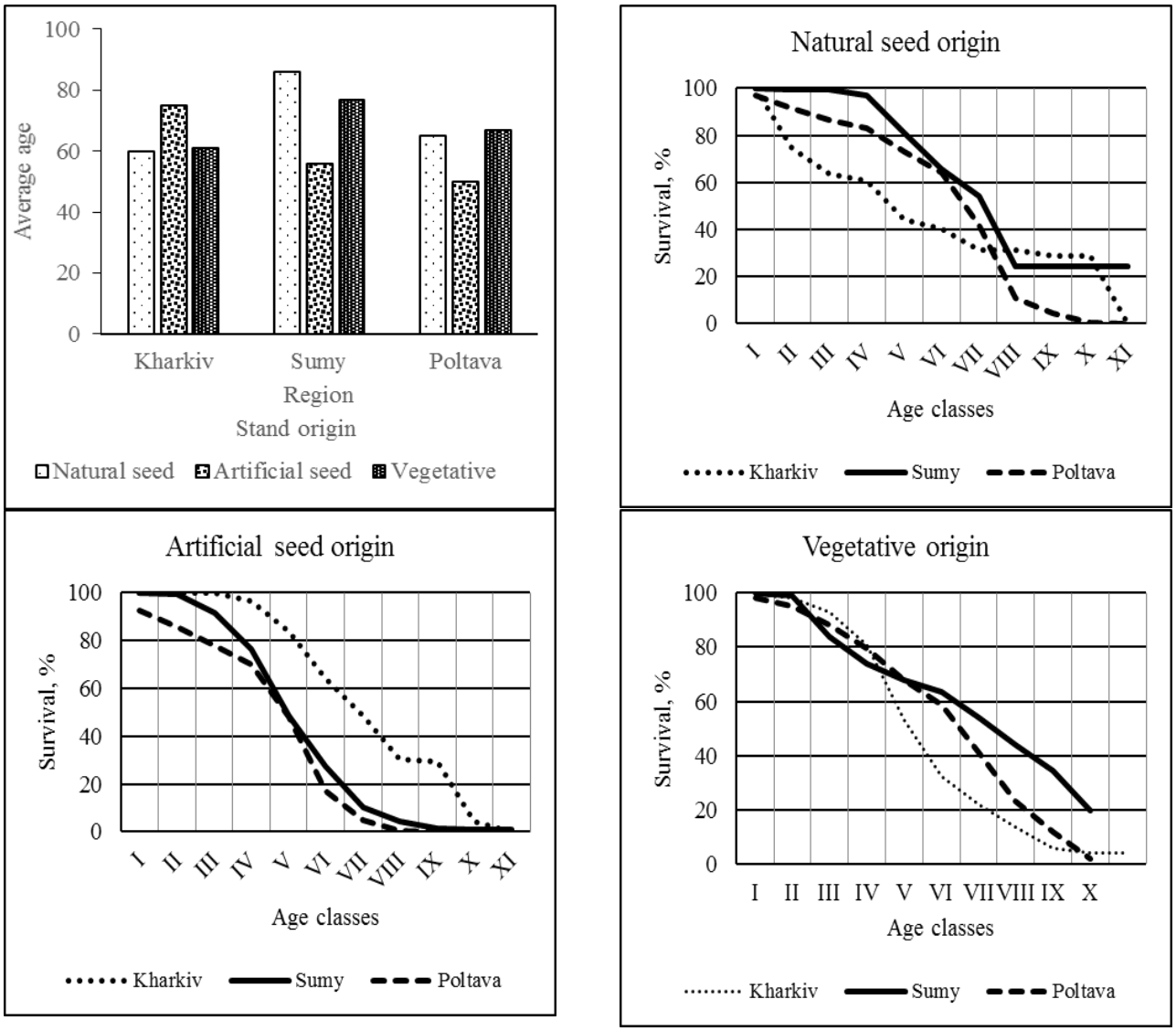


Fig. 2 – Survival of European ash stands of different origins in analyzed forest enterprises of certain regions of the Left-Bank Forest-Steppe (all site index classes and forest site conditions)

A comparison of survival for European ash stands of different site index classes shows that the stands of the worse growth have the least longevity (Fig. 3). At the same time, the stands of the best growth (site indices I^a–I^g) have lower survival than those of I–III site indices.

Such a conclusion is also true for certain regions (Table 7). The stands of European ash of IV–V site index classes survive in Poltava Region only up to III age class, in Sumy Region – up to

VI age class, and in Kharkiv Region – up to VII age class. At the same time, the stands of I^a–I^g site indices survive up to XIV age class only in Sumy Region. Average age class of European ash stands is the highest in Sumy Region for stands with I^a–I^g and I site indices. For ash stands with II–III site index classes the highest average age class is in Poltava Region and for ash stands with IV–V site index classes the highest average age class is in Kharkiv Region.

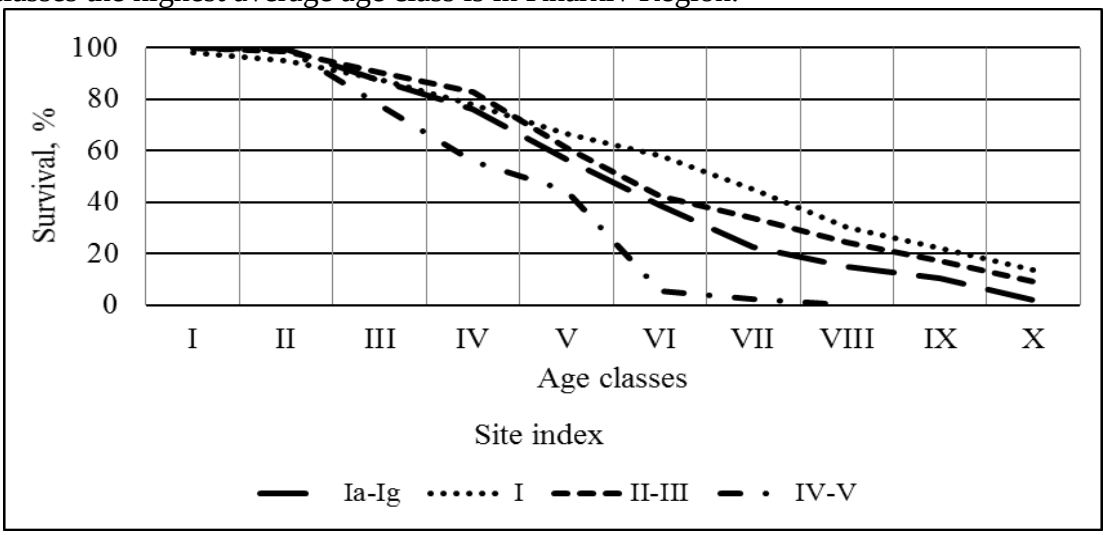


Fig. 3 – Survival of European ash stands of particular site index classes in the forest fund of analyzed forest enterprises of the Left-Bank Forest-Steppe (all origins and forest site conditions)

Table 7

Survival of European ash stands of particular site index classes in the forest fund of analyzed forest enterprises of the Left-Bank Forest-Steppe grouped by regions (all origins and forest site conditions)

Region	Average age	Survival up to age class, %									
		V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
Site indices I^a–I^g											
Kharkiv	59	55.3	35.0	12.5	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sumy	63	57.2	44.4	28.6	22.1	15.2	2.5	2.0	1.6	0.4	0.4
Poltava	55	56.0	22.8	9.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Site index I											
Kharkiv	61	52.6	40.1	22.6	12.0	10.8	4.1	3.7	3.7	0.0	0.0
Sumy	84	75.3	69.7	60.9	46.0	36.2	23.5	16.6	13.0	10.0	9.6
Poltava	59	62.0	51.0	32.2	12.9	1.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Site indices II – III											
Kharkiv	66	63.6	40.3	32.4	22.6	13.1	5.5	3.3	0.2	0.0	0.0
Sumy	65	49.4	41.2	32.9	27.4	25.8	25.0	2.2	0.2	0.2	0.0
Poltava	68	65.3	52.2	40.4	28.2	22.8	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Site indices IV–V											
Kharkiv	53	54.7	7.2	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sumy	33	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Poltava	30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

In analyzed forest enterprises the most frequent ash proportion in the stand composition is 50–70 %, which varies from 47.5 % in Gadyatske FE to 68.9 % in Trostyanetske FE (Table 8). Pure ash stands are very rare in the Left-Bank Forest-Steppe. The stands with 80–100 % of ash make up 15.5 % on average in the Left-Bank Forest-Steppe, and from 10.3 % to 21.2 % in its different regions (see Table 8).

A comparison of European ash stands having different proportion of this species in the forest composition shows that survival of pure (100 % of European ash) and almost pure (80–90 % of European ash) stands sharply decreases after V age class (Fig. 4).

Table 8

Distribution of the area of European ash stands by ash proportion in the forest composition in the forest fund of certain forest enterprises of the Left-Bank Forest-Steppe (all stand origins, forest site conditions and site indices)

State Forest Enterprise (FE)	Distribution of area by ash proportion, %		
	80–100 % of ash	50–70 % of ash	10–40 % of ash
Vovchanske FE	24.3	60.3	15.4
Kharkivska FRS	23.3	59.6	17.1
Gutyanske FE	23.7	53.3	23.0
Chuguevo-Babchanske FE	22.5	61.6	15.9
Zmiyivske FE	12.2	64.0	23.8
Trostyanetske FE	6.4	68.9	24.7
Okhtyrske FE	12.1	64.5	23.4
Gadyatske FE	40.4	47.5	12.1
Poltavske FE	15.6	51.1	33.3
Myrgorodske FE	10.5	63.1	26.4
Kharkiv Region *	21.2	60.9	17.9
Sumy Region *	10.3	65.9	23.8
Poltava Region *	17.3	56.7	26.0
Left-Bank Forest-Steppe *	15.5	62.3	22.2

*Average for analyzed Forest Enterprises from each region or pooled data for Left-Bank Forest-Steppe.

The highest survival was detected for the stands with 50–70% of European ash and the lowest one for the stands with a low proportion of European ash (up to 40 %) (see Fig. 4).

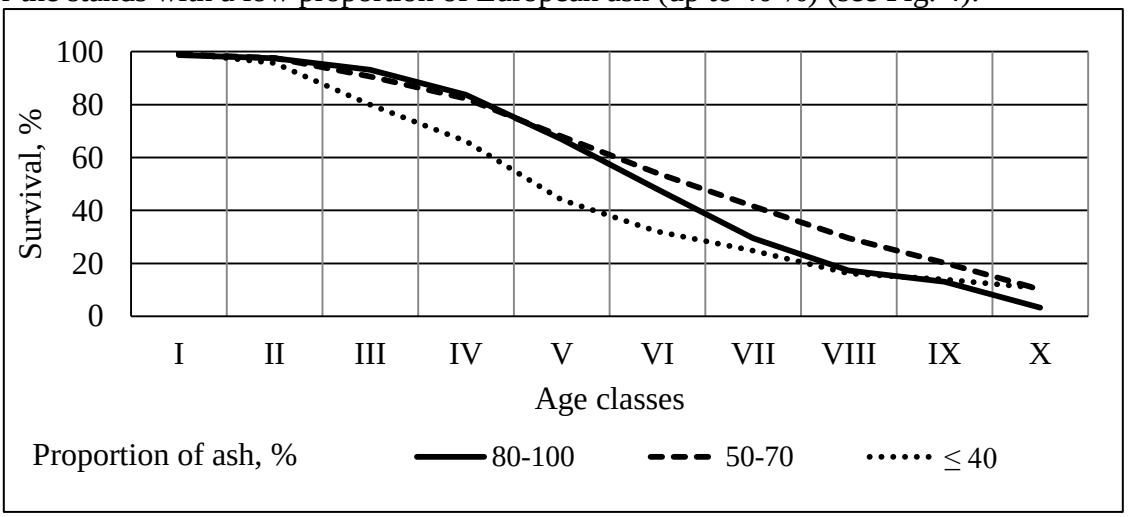


Fig. 4 – Survival of ash stands with particular European ash proportion in the stand composition in the forest fund of analyzed forest enterprises of the Left-Bank Forest Steppe (all origins, site index classes, and forest site conditions)

The average age of European ash stands in the analyzed forest enterprisers of the Left-Bank Forest-Steppe is the highest in the mixed stands with 50–70 % of European ash, which makes up 71 years on average (Table 9). This conclusion is true for Sumy and Poltava Regions, however, in Poltava Region, this value is lower (79 and 64 years for Sumy and Poltava Regions respectively). The average age class of European ash stands in the analyzed forest enterprisers of Kharkiv Region is the highest for forests with a greater proportion of ash (72 for stands with 80–100 % of ash).

The survival of pure and almost pure European ash stands is the highest in Kharkiv Region and the lowest in Poltava Region (Table 9). Survival of stands with 50–70 % of European ash is the highest in Sumy Region, especially after V age class. Survival of the stands with a low proportion of European ash (up to 40 %) is the highest in Kharkiv Region up to V age class, and then in Sumy Region. In Kharkov Region, plantations with a higher proportion of ash are characterized by the greatest survival for the entire period of growth. In Sumy Region, the stands with 50–70 % of

European ash are characterized by the greatest survival for the entire period of growth, and survival of pure and almost pure stands sharply decreases.

Table 9

Survival of European ash stands with particular ash proportion in the stand composition in the forest fund of analyzed forest enterprises of the Left-Bank Forest-Steppe grouped by regions (all origins, site index classes and forest site conditions)

Region	Average age	Survival up to age class, %							
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
European ash proportion is 80–100 %									
Kharkiv	72	90.8	77.7	54.9	40.6	26.5	24.4	6.1	0.0
Sumy	61	77.5	54.7	48.3	26.4	13.1	2.7	0.1	0.0
Poltava	56	76.9	60.0	33.0	10.1	3.2	2.9	1.3	0.0
European ash proportion is 50–70 %									
Kharkiv	64	83.2	58.4	40.2	28.7	18.9	9.4	5.5	4.1
Sumy	79	82.4	73.9	64.8	53.0	42.3	32.8	17.6	9.8
Poltava	64	80.2	70.8	52.1	36.7	16.8	7.7	0.0	0.0
European ash proportion is up to 40%									
Kharkiv	54	77.5	41.9	18.0	9.2	2.9	2.7	0.1	0.0
Sumy	65	58.2	46.8	39.2	34.9	25.2	24.0	20.7	13.5
Poltava	57	68.7	41.2	34.1	22.8	14.0	7.2	2.8	0.0

In suggested maturity age (VIII age class (Shvidenko et al. 1987)) survival of European ash with its proportion of 80–100 % is 26.5 %, 13.1 % and 3.2 % in Kharkiv, Sumy and Poltava Regions respectively. Survival of stands with 50–70 % of European ash in such age is 18.9 %, 42.3 % and 16.8 % in Kharkiv, Sumy and Poltava Regions respectively, and those of stands with 10–40 % of European ash is 2.9 %, 25.2 % and 14 % (see Table 9).

Considering ash stands low survival, the age of the main felling in forests that are possible for exploitation can be reduced since a large volume of high-quality wood is lost as a result of forest damage by different causes. However, in other categories of forests, the trees can provide ecological functions for several decades while they are still alive and even after death. Moreover, in the disease foci, single surviving trees, which are usually harvested during clear-felling, can be a source of natural selection of resistant individuals.

Conclusions.

1. The average age of ash stands is 68 years for the Left-Bank Forest Steppe. It is the largest in Sumy Region (74 years), the lowest in Poltava Region (60 years) and is 64 years for Kharkiv Region. On average from 46.1 % (Poltavske FE) to 81.6 % (Kharkivska FRS) of European ash stands survive up to the V age class.

2. The average age of ash stands is the highest in the forest-steppe part of Sumy Region in fresh fertile and moist fertile forest site conditions, in the forest-steppe part of Kharkiv Region in dry fertile forest site conditions, and in the forest-steppe part of Poltava Region in fresh and moist relatively fertile forest site conditions.

3. Artificial seed ash stands predominate in the forest fund of Kharkivska FRS (82.3 %), Gadyatske FE (77.9 %) and Gutyanske FE (57.6 %). An average age of European ash is the highest (75 years) in artificial seed stands in Kharkiv Region, in natural seed (86 years) and vegetative (77 years) origin in Sumy Region.

4. The highest survival rate was detected for the stands with 50–70 % proportion of European ash. The survival of pure and almost pure European ash stands is the highest in Kharkiv Region and the lowest in Poltava Region.

5. In the legislatively adopted maturity age (VIII age class) survival of European ash with its proportion of 80–100 % is 26.5 %, 13.1 % and 3.2 % in Kharkiv, Sumy and Poltava Regions respectively. Correction of the age of the main felling in forests that are possible for exploitation is suggested considering the possible loss of timber quality as a result of forest damage by different causes.

REFERENCES

Baral, H. O., Queloz, V. K., Hosoya, T. S. 2014. *Hymenoscyphus fraxineus*, the correct scientific name for the fungus causing ash dieback in Europe. IMA fungus, 5(1): 79–80. https://doi.org/10.5598/imafungus.2014.05.01.09

Davydenko, K., Borysova, V., Shcherbak, O., Kryshtop, Ye., Meshkova, V. 2019. Situation and perspectives of ash (*Fraxinus* spp.) in Ukraine: focus on eastern border. [Electronic resource]. Baltic Forestry, 25(2): 193–202. Available from: https://www.balticforestry.mi.lt/ojs/index.php/BF/article/view/312 (last accessed date 02.10.2019).

Davydenko, K. and Meshkova, V. 2017. The current situation concerning severity and causes of ash dieback in Ukraine caused by *Hymenoscyphus fraxineus*. In: Vasaitis, R. & Enderle, R. (Eds.). Dieback of European Ash (*Fraxinus* spp.): Consequences and Guidelines for Sustainable Management. Uppsala, p. 220–227.

Davydenko, K., Vasaitis, R., Stenlid, J. and Menkis, A. 2013. Fungi in foliage and shoots of *Fraxinus excelsior* in eastern Ukraine: a first report on *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. Forest Pathology, 43(6): 462–467. https://doi.org/10.1111/efp.12055

Demakov, Yu. P. 2000. Diagnostika ustoychivosti lesnykh ekosistem (metodo¬lo¬gicheskiye i metodicheskiye aspekty) [Diagnostics of the sustainability of forest ecosystems (methodological and methodological aspects)]. Yoshkar-Ola, 416 p. (in Russian).

Janse, J. D. 1982. The bacterial disease of ash (*Fraxinus excelsior*), caused by *Pseudomonas syringae* subsp. *savastanoi* pv. *fraxini*. III. Pathogenesis. Forest Pathology, 12(4–5): 218–231.

Kulbanska, I. M. 2015. Ekoloho-lisivnychi chynnyky ta yikhniy vplyv na poshyrennya tuberkuliozu yasena zvychaynoho v Zakhidnomu Podilli Ukrayiny [Ecological and silvicultural factors and their impact on the spread of tuberculosis of *Fraxinus Excelsior* L. of Podillya, the Western Ukraine]. Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny [Scientific Bulletin of UNFU], 25.6: 64–71 (in Ukrainian).

Langer, G. 2017. Collar rots in forests of Northwest Germany affected by ash dieback. [Electronic resource]. Baltic Forestry, 23: 4–19. Available from: https://www.balticforestry.mi.lt/bf/PDF_Articles/2017-23%5B1%5D/Baltic%20Forestry%202017.1_004-019.pdf (last accessed date 02.10.2019).

Linnakoski, R., Kasanen, R., Dounavi, A., Forbes, K. 2019. Forest health under climate change: effects on tree resilience, and pest and pathogen dynamics. Frontiers in plant science, 10: 1157. https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01157

Matsiakh, I. P. and Kramarets, V. O. 2014. Vsykhannya yasena zvychaynoho (*Fraxinus excelsior* L.) na zakhodi Ukrayiny [Declining of Common Ash (*Fraxinus excelsior* L.) in Western Ukraine]. Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny [Scientific Bulletin of UNFU], 24.7: 67–74 (in Ukrainian).

Meshkova, V. L. and Borisova, V. L. 2017. Sanitarnoye sostoyaniye yasenya obyknovennogo (*Fraxinus excelsior* L.) v lesakh lesostepnoy chasti Kharkovskoy oblasti Ukrainy [Health condition of European ash in the forest stands of the forest-steppe part of Kharkov region of Ukraine]. News of the Saint Petersburg State Forest Technical Academy, 220: 140–154 (in Russian). DOI: 10.21266/2079-4304.2017.220

Meshkova, V., Borysova, V., Didenko, M., Nazarenko, V. 2019. Incidence and severity of symptoms assigned to *Fraxinus excelsior* bacterial disease in the Left-bank forest steppe of Ukraine. [Electronic resource]. Forestry ideas, 25, No 1(57): 171–181. Available from: https://forestry-ideas.info/issues/issues_Index.php?pageNum_rsIssue=2&totalRows_rsIssue=16&journalFilter=63 (last accessed date 02.10.2019).

Meshkova, V. L. and Didenko, M. M. 2017. Vozrastnaya struktura i sokhrannost yestestvennykh dubovykh drevostoyev levoberezhnoy lesostepi [Age structure and survival of natural oak stands in the Left-bank forest-steppe]. The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series: Soil Science, Agrochemistry, Agriculture, Forestry, Soil Ecology, 1: 155–164 (in Ukrainian).

Meshkova, V. L. and Koshelyaeva, Ya. V. 2019. Age structure of the birch stands in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Forestry and Forest Melioration, 134: 124–131. https://doi.org/10.33220/1026-3365.134.2019.124

Meshkova, V., Kukina, O., Zinchenko, O., Davydenko, K. 2017. Three-year dynamics of common ash defoliation and crown condition in the focus of black sawfly *Tomostethus nigritus* F. (Hymenoptera: Tenthredinidae). [Electronic resource]. Baltic Forestry. 23(1): 303–308. Available from: https://www.balticforestry.mi.lt/bf/PDF_Articles/2017-23%5B1%5D/Baltic%20Forestry%202017.1_303-308.pdf (last accessed date 02.10.2019).

Metzler, B., Enderle, R., Karopka, M., Topfner, K., Aldinger, E. 2012. Development of ash dieback in a provenance trial on different sites in southern Germany. Allgemeine Forst und Jagdzeitung, 183(7–8): 168–180.

Paap, T., Burgess, T. I., Rolo, V., Steel, E., Hardy, G. E. S. J. 2018. Anthropogenic disturbance impacts stand structure and susceptibility of an iconic tree species to an endemic canker pathogen. Forest ecology and management, 425: 145–153. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.05.055

Shvidenko, A., Buksha, I., Krakovska, S., Lakyda, P. 2017. Vulnerability of Ukrainian forests to climate change. Sustainability 9(7): 1152. https://doi.org/10.3390/su9071152

Shvidenko, A. Z., Strochinsky, A. A., Savich, Yu. N., Kashpor, S. N. (Eds.). 1987. Normativno-spravochnyye materialy dlya taksatsii lesov Ukrainy i Moldavii [Regulatory reference materials for forest inventory in Ukraine and Moldova]. Kyiv, Urozhay, 560 p. (in Russian).

Tovstukha, O. V. 2012. Vikova struktura sosnovykh lisiv DP "Shostkynske LH" [Age structure of pine forests of SE "Shostka Forest Enterprise"]. Forestry and Forest Melioration, 120: 23–30 (in Ukrainian).

Мєшкова В. Л.[1,2], Борисова В. Л.[2]

ВІКОВА СТРУКТУРА НАСАДЖЕНЬ ЯСЕНА ЗВИЧАЙНОГО (*FRAXINUS EXCELSIOR* L.) У ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

1. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

2. Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва

Проаналізовано вікову структуру насаджень ясена звичайного в лісовому фонді лісогосподарських підприємств Сумської, Харківської та Полтавської областей з урахуванням лісорослинних умов, походження насаджень, бонітету та участі ясена в складі. Середній вік ясена звичайного в Лівобережному лісостепу становить 68 років. Від 46,1 до 81,6 % ясенових насаджень доживають до V класу віку. Середній вік ясенових насаджень є найбільшим у лісостеповій частині Сумської області у D_2 та D_3, у Харківській – у D_1, а у Полтавській – у C_2 та C_3. Цей показник є найбільшим (75 років) у штучних насіннєвих насадженнях Харківської області, у природних насіннєвого (86 років) та вегетативного (77 років) походжень Сумської області. Збереженість чистих і майже чистих ясенових насаджень є найбільшою у Харківській області та найменшою у Полтавській. У законодавчо встановленому віці стиглості (VIII клас віку) збереженість насаджень із участю 8–10 одиниць ясена становить 26,5; 13,1 і 3,2 % у Харківській, Сумській і Полтавській областях відповідно. Пропонується скоригувати вік рубки головного користування у лісах, можливих для експлуатації, з урахуванням імовірного зниження якості деревини внаслідок пошкодження лісу різними чинниками.

Ключові слова: ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), лісорослинні умови, походження насаджень, бонітет, участь ясена у складі насаджень.

Мешкова В. Л.[1,2], Борисова В. Л.[2]

ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА НАСАЖДЕНИЙ ЯСЕНЯ ОБЫКНОВЕННОГО (*FRAXINUS EXCELSIOR* L.) В ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

1. Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого

2. Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева

Проанализирована возрастная структура насаждений ясеня обыкновенного в лесном фонде лесохозяйственных предприятий Сумской, Харьковской и Полтавской областей с учетом типа лесорастительных условий, происхождения насаждений, бонитета и участия ясеня в составе. Средний возраст ясеня обыкновенного в Левобережной лесостепи составляет 68 лет. От 46,1 до 81,6 % ясеневых насаждений доживают до V класса возраста. Средний класс возраста ясеневых насаждений наибольший в лесостепной части Сумской области в D_2 и D_3, в Харьковской – в D_1, а в Полтавской – в C_2 и C_3. Этот показатель наибольший (75 лет) в искусственных семенных насаждениях Харьковской области, в естественных насаждениях семенного (86 лет) и вегетативного (77 лет) происхождения Сумской области. Сохранность чистых и почти чистых ясеневых насаждений наибольшая в Харьковской области и наименьшая в Полтавской. В законодательно установленном возрасте спелости (VIII класс возраста) сохранность насаждений с участием 8–10 единиц ясеня составляет 26,5; 13,1 и 3,2 % в Харьковской, Сумской и Полтавской областях соответственно. Предлагается скорректировать возраст рубки главного пользования в лесах, возможных для эксплуатации, с учетом вероятного снижения качества древесины вследствие повреждения леса разными факторами.

Ключевые слова: ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.), лесорастительные условия, происхождение насаждений, бонитет, участие ясеня в составе насаждений.

E-mail: Valentynameshkova@gmail.com; borisova.valentina@ukr.net

Одержано редколегією 10.10.2019

УДК: 630.4

https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.174

О. Ю. АНДРЕЄВА[1], О. П. ЖИТОВА[1], І. В. МАРТИНЧУК[1], В. П. ВЛАСЮК[1], В. Д. СТЕГНЯК[2]

БІОТИЧНІ ЧИННИКИ ОСЛАБЛЕННЯ ДУБОВИХ НАСАДЖЕНЬ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

[1]Житомирський національний агроекологічний університет
[2]Державне спеціалізоване лісозахисне підприємство «Вінницялісозахист»

У дубових насадженнях Житомирської області комахи-листогризи весняного комплексу з початку XXI століття утворили два спалахи масового розмноження – у 2002–2008 і 2010–2018 рр. Максимальну з початку XXI століття площу осередків комах-листогризів (понад 3000 га) відзначено в державних підприємствах (ДП) «Бердичівське ЛГ», «Житомирське ЛГ» та «Городницьке ЛГ», а питому площу осередків – у ДП «Городницьке ЛГ» (633,5 га на 1000 га). Найбільші площі осередків хвороб у дубових насадженнях припадають на поперечний рак дуба (збудник – бактерія *Pseudomonas quercus* Schem), трутовик дубовий несправжній (*Phellinus robustus* Bourd. et Galz.) та опеньок осінній (*Armillaria* sp.). Збільшення площ осередків поперечного раку дуба відзначено в роки згасання спалахів весняного комплексу комах-листогризів – у 2008 і 2013 рр. Найбільші площі осередків шкідливих організмів виявлено в ДП «Бердичівське ЛГ».

К л ю ч о в і с л о в а: максимальна площа осередків, питома площа осередків, комахи-листогризи, збудники хвороб лісових порід.

Вступ. У зв’язку зі зміною клімату в багатьох регіонах зареєстровано явища масового всихання лісів, що негативно впливає на їхню продуктивність та ефективність виконання екологічних функцій (Shvidenko et al. 2017). Всихають насадження сосни (Andreieva & Goychuk 2018), ялини (Kramarets & Matsiakh 2018), ясена (Matsiakh & Kramarets 2014, Goychuk et al. 2018a), берези (Goychuk et al. 2018b), дуба (Turko et al. 2016) та інших порід (Siruk & Turko 2017, Skrzecz & Perlinska 2018).

Велике занепокоєння викликає погіршення санітарного стану дубових насаджень, площа яких становить 2,5 млн га, або 24 % лісового фонду Державного агентства лісових ресурсів (Zahalna kharakterystyka 2016) і близько 15 % у лісовому фонді Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства (Buzun et al. 2018). У насадженнях України ростуть три аборигенні види дуба – звичайний (*Quercus robur* L.), скельний (*Q. petraea* (Matt) Liebl) і пухнастий (*Q. pubescens* Willd.), а також інтродукований дуб червоний (*Q. rubra* L.) (Lakyda et al. 2017). Найціннішою породою є дуб звичайний, який широко представлений у багатьох регіонах світу. Постійними складовими дубових насаджень є сотні видів хребетних і безхребетних організмів, грибів і бактерій, які у випадку порушення рівноваги в екосистемі можуть збільшити чисельність та прискорити відмирання дерев (Brown et al. 2018, Quine et al. 2019, Sierota et al. 2019).

Найглибше вивчено видовий склад, поширеність, особливості сезонного розвитку та шкідливість комах-листогризів, які ведуть відкритий спосіб життя та з певною циклічністю утворюють спалахи масового розмноження (Meshkova 2009, Meshkova et al. 2015). У лісах України спалахи цих комах є найбільш частими, тривалими та інтенсивними у лісостеповій і степовій зонах (Meshkova 2009).

У зв’язку зі збільшенням на початку XXI століття площі осередків комах-листогризів і наявністю хронічних осередків збудників хвороб дубових насаджень у Житомирській області важливим для розроблення стратегії моніторингу та запобігання погіршенню стану є виявлення просторово-часової динаміки зазначених патологічних процесів.

Метою наших досліджень було виявлення особливостей поширення осередків шкідливих комах і збудників хвороб дубових насаджень у Житомирській області.

Матеріал й методи. В аналізі використали базу даних лісового фонду ВО «Укрдержліспроект» станом на 2010 р. стосовно Житомирської області, матеріали статистичної звітності Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства та Державного спеціалізованого лісозахисного підприємства (ДСЛП)

«Вінницялісозахист» за 2001–2018 рр., а також результати власних польових досліджень 2013-2019 рр. в осередках всихання дубових насаджень у лісовому фонді державних лісогосподарських підприємств Житомирської області.

Під час аналізу площ осередків комах-листогризів брали до уваги площу листяних насаджень у лісовому фонді окремих лісогосподарських підприємств і розраховували питому площу осередків діленням їхньої абсолютної площі, вираженої в гектарах, на площу листяних насаджень, виражену в тисячах гектарів (Meshkova 2009).

Середні значення площ осередків шкідливих організмів та відповідні стандартні похибки (Atramentova & Utevskaya 2008) розраховано засобами пакету програм MS Excel.

Результати та обговорення. Аналіз матеріалів лісовпорядкування свідчить, що в Житомирській області найбільшу площу дубові насадження займають у ДП «Бердичівське ЛГ» (17,6 тис. га, або 69,8 % від вкритої лісом площі), ДП «Житомирське ЛГ» (15,8 тис. га, або 42,3 %) та ДП «Попільнянське ЛГ» (11,4 тис. га, або 52,3 %) (рис. 1).



Рис. 1 – Площа дубових насаджень і осередків комах-листогризів (максимальна з початку XXI століття та питома) у дубових насадженнях Житомирської області

Близько 8–10 тис. га дубових насаджень знаходяться в ДП «Ємільчинське ЛГ», ДП «Баранівське ЛМГ», ДП «Коростенське ЛМГ», ДП «Новоград-Волинське ЛМГ» (20–35 %). У решті лісогосподарських підприємств переважають соснові насадження, а частка дубових лісів становить від 3 до 15 %.

Максимальну з початку XXI століття площу осередків комах-листогризів (понад 3000 га) відзначено в ДП «Бердичівське ЛГ», ДП «Житомирське ЛГ» та ДП «Городницьке ЛГ», а питому площу осередків – у ДП «Городницьке ЛГ» (633,5 га на 1 000 га). У ДП «Попільнянське ЛГ» та ДП «Ємільчинське ЛГ» площа дубових лісів є доволі великою (11,3 і 9,9 тис. га відповідно), максимальна площа осередків становить лише 786 і 207 га, а питома площа осередків – лише 69,2 і 20,8 га на 1 000 га (див. рис. 1). Аналіз багаторічних даних свідчить, що з початку тисячоліття у регіоні відбулося 2 спалахи масового розмноження комах-листогризів раннього весняного комплексу (рис. 2).

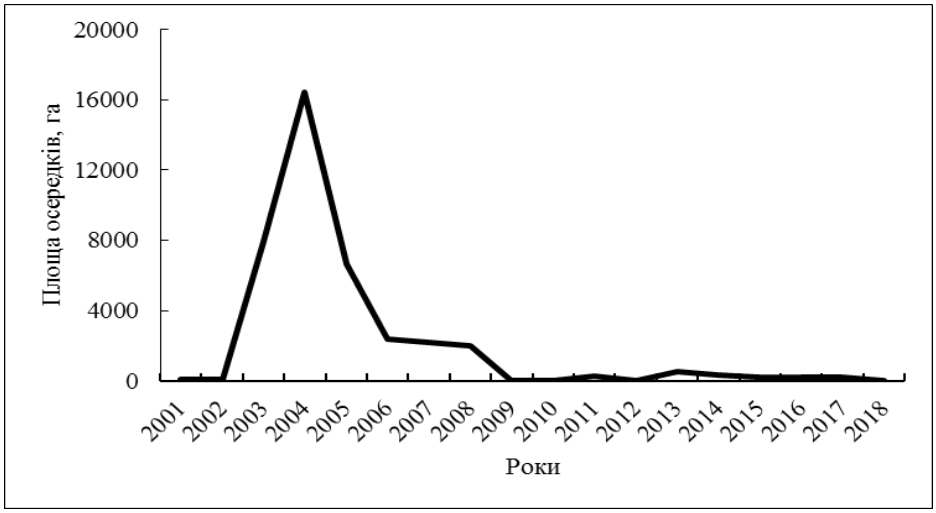


Рис. 2 – Площа осередків комах-листогризів раннього весняного комплексу у лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ

У складі комплексу домінували п'ядуни (Geometridae) – зимовий *Operophtera brumata* (Linnaeus, 1758) та обдирало звичайний *Erannis defoliaria* (Clerck, 1759), тобто поліфаги, які можуть живитися листям різних порід, хоча більшість із них надають перевагу дубу. Комахи-листогризи в регіоні найчастіше пошкоджували листя дерев у травні – на початку червня. Крім п'ядунів, до складу комплексу входили деякі листовійки (Tortricidae), совки (Noctuidae) та вогнівки (Pyralidae).

Перший у XXI столітті спалах масового розмноження весняного комплексу комах-листогризів розпочався у 2002 р., охопивши у 2004 р. понад 16 тис. га у лісовому фонді ДП «Баранівське ЛМГ», ДП «Ємільчинське ЛГ», ДП «Лугинське ЛГ», ДП «Радомишльське ЛМГ» та ДП «Словечанське ЛГ». Окремі локальні осередки масового розмноження весняного комплексу комах-листогризів знаходилися на обліку до 2008 р.. Другий спалах масового розмноження весняного комплексу комах-листогризів зареєстровано з 2010 р. Він характеризувався значно меншою площею осередків, які знаходилися на обліку до 2018 р. (див. рис. 2).

Як свідчить аналіз даних обстеження лісового фонду ДП «Житомирське ЛГ», на значній площі осередків загроза пошкодження насаджень не перевищувала 25 %, тобто за правилами лісозахисту (Meshkova 2009) їх не можна вважати осередками.

Так у лісовому фонді ДП «Бердичівське ЛГ» осередки весняного комплексу комах-листогризів зареєстровано у 2010 р. (рис. 3), найбільшу їхню площу визначено у 2011–2012 рр., а потім осередки тримали на обліку ще декілька років.



Рис. 3 – Площа осередків весняного комплексу комах-листогризів у лісовому фонді ДП «Бердичівське ЛГ»

При цьому площа насаджень із загрозою пошкодження понад 50 % листя була максимальною у 2012–2014 рр. (100–90 га, або 16,6–18,7 % від загальної площі осередків). Починаючи з 2016 р. загроза пошкодження насаджень комахами-листогризами весняного комплексу не перевищувала 25 %.

Подібна ситуація склалася в лісовому фонді ДП «Житомирське ЛГ», де максимальну площу осередків комах-листогризів весняного комплексу за період 2012–2018 рр. відзначено у 2013 р. (522 га) (рис. 4). Водночас вже з 2014 р. загроза пошкодження насаджень комахами-листогризами весняного комплексу перевищувала 50 % лише на 195 га із 345 га загальної площі осередку (56,5 % площі осередку), а в наступні роки частка площі осередку із загрозою пошкодження листя понад 50 % зменшувалася до 40 %.

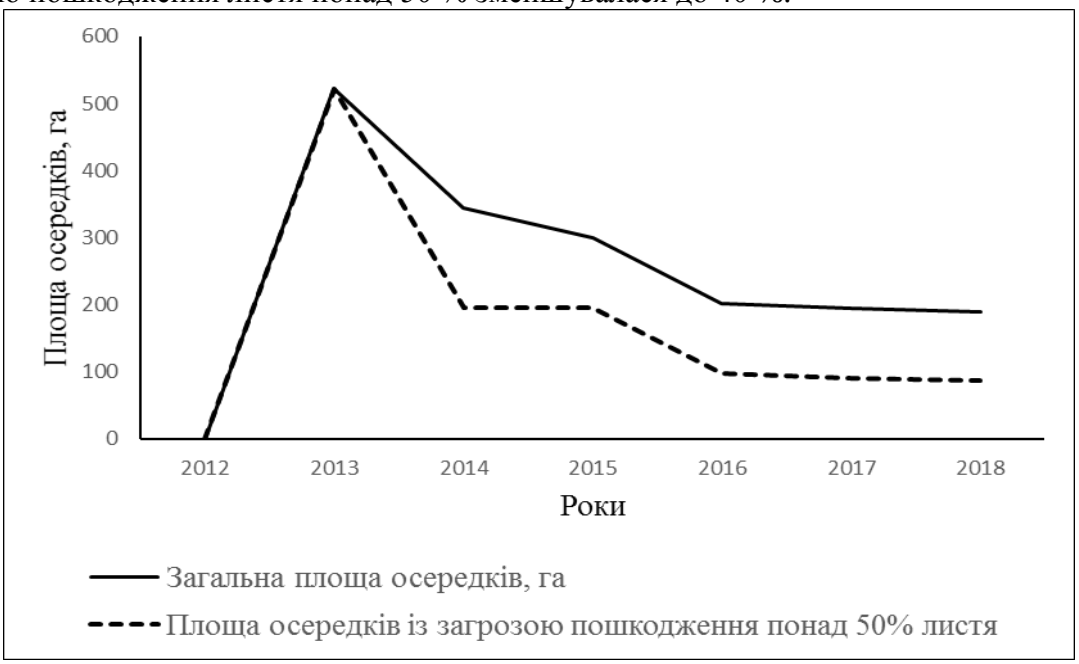


Рис. 4 – Площа осередків весняного комплексу комах-листогризів у лісовому фонді ДП «Житомирське ЛГ»

Крім лускокрилих комах-листогризів листя дерев дуба навесні пошкоджували під час додаткового живлення імаго травневих хрущів (Scarabaeidae): східного *Melolontha hippocastani* Fabricius, 1801 та західного *Melolontha melolontha* (Linnaeus, 1758). Личинки цих комах живляться корінням різних рослин, зокрема сосни звичайної. У зв'язку з масовим всиханням соснових насаджень та одночасним створенням культур на великій площі покращилися умови для ефективного розмноження хрущів. Оскільки ці комахи мають у середньому 4-річний цикл розвитку, то роки їхнього масового льоту (так звані «льотні роки») реєструють приблизно кожен четвертий рік, хоча певна частина жуків вилітає і в інші роки. Масовий політ травневих хрущів зафіксований у 2008, 2012 і 2016 рр. та очікується у 2020 р., що слід брати до уваги під час планування заходів щодо створення й вирощування соснових культур.

Одночасно з хвилею масового розмноження весняного комплексу комах-листогризів у 2010–2018 рр. відзначено збільшення чисельності дубової блішки (*Altica quercetorum* Foudras, 1860). Листям дуба живляться і жуки, і личинки блішки, жуки – з квітня, а личинки – з другої половини травня. У теплі роки розвиваються додаткові покоління цієї комахи, які пошкоджують листя дуба упродовж усього літа (Meshkova et al. 2018). Площа осередків дубової блішки у ДП «Бердичівське ЛГ» становила 660 га у 2010 р. і поступово зменшувалася до 208 га у 2017 р. Деякі комплексні осередки п'ядунів і дубової блішки обприскували інсектицидами в 2011–2013 рр.

Останнім часом, у зв'язку зі збільшенням посушливості клімату регіону (Andreieva & Goychuk 2018, Andreieva & Boliukh 2019), стали доволі часто траплятися в листяних лісах непарний шовкопряд *Lymantria dispar* (Linnaeus, 1758), зокрема у ДП «Житомирське ЛГ», ДП «Попільнянське ЛГ», та золотогуз *Euproctis (Euproctis) chrysorrhoea* (Linnaeus, 1758) (Lymantriidae) – у ДП «Бердичівське ЛГ», хоча вони ще не утворюють осередків масового розмноження.

Серед комах, які пошкоджують листя дерев улітку, у 2018 р. у ДП «Коростенське ЛГ» на площі 69 га зареєстровано зростання чисельності червонохвоста *Calliteara pudibunda* (Linnaeus, 1758) (Lymantriidae). Поодиноко гусениці цього виду завжди трапляються в дубових насадженнях, але наступного року після повного об'їдання крон масово гинуть від хвороб і дії ентомофагів.

За 2009–2018 рр. у дубових насадженнях Житомирської області зареєстровано осередки хвороб, спричинених бактеріями та грибами (табл. 1).

Таблиця 1

Середня площа осередків збудників хвороб дуба (га) у лісогосподарських підприємствах Житомирської області (2009–2018 рр.)

Лісогосподарські підприємства (ДП)	Поперечний рак дуба	Трахео-мікоз дуба	Трутовик дубовий несправжній	Опеньок осінній	Стовбурові гнилі
«Баранівське ЛМГ»	400 ± 7,0	2 ± 0	–	–	148 ± 2,8
«Білокоровицьке ЛГ»	–	–	6 ± 0	–	–
«Бердичівське ЛГ»	414 ± 23,2	62 ± 0	29 ± 1,4	–	366 ± 22,7
«Ємільчинське ЛГ»	71 ± 1,8	–	–	–	68 ± 0
«Житомирське ЛГ»	61 ± 5,9	13 ± 0,4	24 ± 5,2	1 ± 0	–
«Коростенське ЛМГ»	2 ± 0	–	143 ± 27,0	11 ± 10,0	–
«Коростишівське ЛГ»	303 ± 36,9	–	84 ± 24,5	40 ± 4,0	59 ± 0
«Лугинське ЛГ»	–	–	32 ± 8,5	–	128 ± 8,2
«Малинське ЛГ»	163 ± 8,2	–	24 ± 3,1	287 ± 0	76 ± 5,2
«Н.-Волинське ЛМГ»	3 ± 0	–	15 ± 5,5	30 ± 4,2	18 ± 4,9
«Овруцьке ЛГ»	–	–	20 ± 2,7	–	35 ± 4,7
«Олевське ЛГ»	–	–	45 ± 10,1	–	17 ± 0
«Попільнянське ЛГ»	58 ± 4,3	–	19 ± 0	53 ± 44	–
«Радомишльське ЛМГ»	33 ± 6,2	–	274 ± 63	54 ± 0	82 ± 0,7
«Словечанське ЛГ»	1 ± 0	–	299 ± 95	3 ± 0	157 ± 0
«Зарічанське ЛГ»	–	–	3 ± 0	–	–

Аналіз даних таблиці 1 свідчить, що розвиток більшості осередків мав хронічний характер, вони знаходилися на обліку протягом тривалого часу практично без збільшення площі або з її зменшенням у результаті проведення суцільної санітарної рубки в окремих виділах.

Найбільші площі охоплював поперечний рак дуба (збудник – бактерія *Pseudomonas quercus* Schem) (рис. 5).

Зазвичай збудник поперечного раку дуба уражує молоді дерева, спричиняючи розвиток пухлин відкритого типу. Водночас ураження середньовікових і пристиглих дерев виявляється у вигляді пухлин закритого типу. Хвороба може бути небезпечною для дерев, якщо через тріщини кори в деревину проникають збудники ядрових гнилей (Vasaitis 2013).

Найбільші середні річні площі осередків поперечного раку дуба за аналізований період зареєстровано в лісовому фонді Державних підприємств «Бердичівське ЛГ», «Баранівське ЛГ» та «Коростишівське ЛГ» (414, 400 і 303 га відповідно – див. табл. 1).

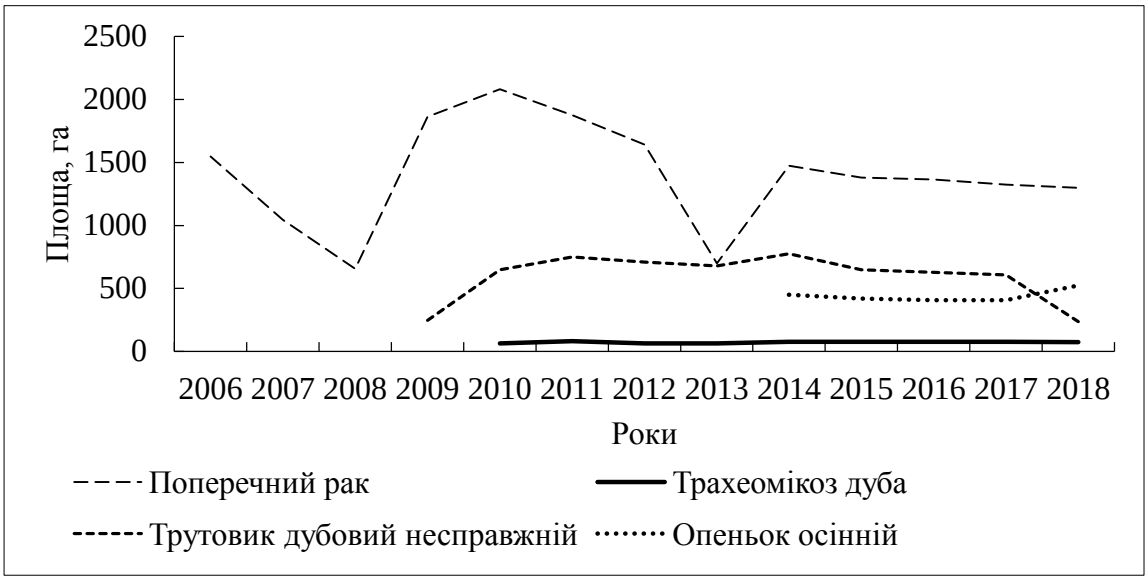


Рис. 5 – Динаміка площ осередків хвороб у дубових насадженнях Житомирської області

Збільшення площ осередків поперечного раку дуба відзначено в роки згасання спалахів весняного комплексу комах-листогризів – у 2008 і 2013 рр. (див. рис. 2). Це пояснюється тим, що в осередках комах-листогризів відбувається відновлення крон за рахунок сплячих бруньок. Молоді пагони пошкоджує строката дубова попелиця *Lachnus roboris* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae), яку вважають переносником збудника поперечного раку. В осередках поперечного раку дуба листя часто уражено борошнистою росою, в окоренковій частині розвивається опеньок (*Armillaria* sp.), а в тріщини кори, які утворюються під час розвитку ракових утворень, проникає несправжній дубовий трутовик (*Phellinus robustus* Bourd. et Galz.) (Quine et al. 2019).

Так, осередки поперечного раку дуба виявлено в 64,7 % насаджень, в яких узагалі було зареєстровано хвороби стовбурів цієї породи. При цьому ознаки поперечного раку та дубового несправжнього трутовика виявлено в 52,9 % випадків, поперечного раку та інших збудників стовбурових гнилей або опенька – у 47,1 % випадків.

Найбільші середні річні площі дубових насаджень, уражених несправжнім дубовим трутовиком, виявлено в лісовому фонді державних підприємств «Словечанське ЛГ», «Радомишльське ЛМГ» та «Коростенське ЛМГ» (299, 274 та 143 га відповідно – див. табл. 1).

Під час обстеження насаджень до групи «стовбурові гнилі» зазвичай зараховують хвороби, заподіяні різними грибами. Серед них, крім облікованого окремо несправжнього дубового трутовика, дерева дуба уражували дуболюбний трутовик *Inonotus dryophilus* (Berk.) Murril, трутовик сірчано-жовтий *Laetipotus sulphureus* (Bull.) Murrill, трутовик звичайний *Fomes fomentarius* (L.), трутовик лускатий *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr., стереум жорстковолосистий *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers. та інші.

Найбільшу середню річну площу осередків стовбурових гнилей зареєстровано в лісовому фонді державних підприємств «Бердичівське ЛГ», «Словечанське ЛГ», «Баранівське ЛМГ» та «Лугинське ЛГ» (див. табл. 1).

Аналіз середньої площі осередків хвороб дуба за три чотирирічні етапи свідчить, що частка площі осередків поперечного раку дуба на початок їхнього виникнення становила 76 % від площі осередків усіх хвороб, а в наступні роки поступово зменшилася до 40 % (рис. 6). Частка площі осередків трутовика дубового несправжнього у 2011–2014 рр. зросла майже вдвічі (з 9,5 до 21,5 %), а потім – зменшилася до 15,8 %. Частка площі насаджень, уражених стовбуровими гнилями, збільшилася в другому розглянутому етапі у 2,2 разу, а в третьому – ненабагато зменшилася. Частка площі насаджень, уражених опеньком,

у 2011–2014 рр. становила лише 3,3 %, а у 2015–2018 рр. – 13,1 % від усієї площі уражених хворобами насаджень.

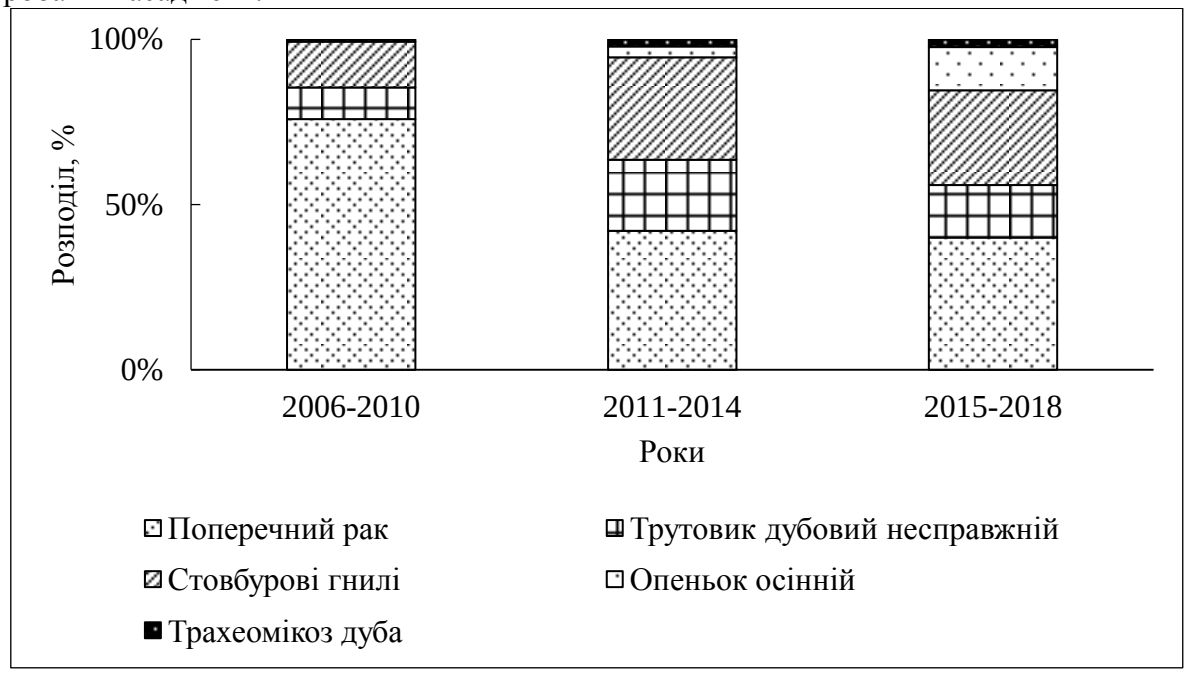


Рис. 6 – Розподіл площі осередків найбільш поширених хвороб дубових насаджень у три етапи періоду досліджень

Осередки трахеомікозу дуба охоплювали в різні роки від 64 до 81 га (див. рис. 6).

Листяні насадження Житомирської області є переважно мішаними, що підвищує їхню стійкість до пошкодження комахами-листогризами та толерантність – спроможність відновлювати листя після пошкодження (Reed et al. 2018). Тому в листяних лісах Житомирщини масові розмноження комах-листогризів у минулому тисячолітті практично не виявляли (Meshkova 2009). На початку третього тисячоліття відбулося значне потепління та почастішали посухи, зокрема в Житомирській області, що створило умови для масових розмножень соснових пильщиків (Andreieva & Boliukh 2019), короїдів (Andreieva & Goychuk 2018), а також комах-листогризів весняного комплексу (Andrushchenko 2008). Як відомо (Meshkova et al. 2018), в інших регіонах також стали інтенсивнішими масові розмноження травневих хрущів (Scarabaeidae), листоїдів (Chrysomelidae) та мінерів (Gracillariidae, Tisheridae).

Поширився в Центральній і Південній Європі (Zubrik et al. 2019), у Краснодарському краї та в Криму (Stryukova et al. 2019) адвентивний шкідник дубовий клоп-мереживниця *Corytucha arcuata* (Say, 1832). Дерева дуба з дехромованим та/або передчасно втраченим листям неспроможні до фотосинтезу й підготовки до зими та стають сприйнятливими до заселення стовбуровими шкідниками, зокрема дубовим заболонником *Scolytus intricatus* (Ratzeburg 1837) (Curculionidae: Scolytinae), який може розвиватися в декількох поколіннях на рік, та дубовою двоплямистою вузькотілою златкою *Agrilus biguttatus* (Fabricius, 1777) (Buprestidae), яку вважають важливою складовою процесу всихання дуба в Європі (Reed et al. 2018). Зокрема стовбурові комахи є переносниками офіостомових грибів (Selochnik et al. 2015).

На відміну від комах, яких можливо розпізнати за зовнішнім виглядом яєць, личинок, лялечок або імаго, характерним пошкодженням листя або ходами під корою, діагностувати хвороби дерев дуже важко за відсутності плодових тіл, які часто не утворюються в умовах недостатнього зволоження, а дерева, уражені ядровою гниллю, характеризують як здорові та оцінюють І категорією санітарного стану (Vasaitis 2013). Непрямими ознаками погіршення

стану дерев дуба є наявність периферійного відмирання крони та водяних пагонів (Meshkova et al. 2019).

Під час спалахів масового розмноження комах-листогризів весняного комплексу в дубових насадженнях Житомирської області домінували п'ядуни-поліфаги, які мають переваги у мішаних лісах. У зв'язку зі збільшенням посушливості клімату регіону (Andreieva & Goychuk 2018, Andreieva & Boliukh 2019), може збільшитися роль окремих комах, які спроможні давати декілька поколінь на рік, зокрема листоїдів (Meshkova et al. 2018). Також може прискоритися розвиток травневих хрущів, і льотні роки почастішають (Quine et al. 2019).

У дубових лісах стовбурові шкідники зрідка є основною причиною всихання. Вони збільшують чисельність за наявності великої кількості доступних для заселення дерев, найчастіше – уражених стовбуровими гнилями та нестійкими внаслідок цього до дії вітру (Quine et al. 2019). У зв'язку з цим у листяних лісах регіону як причину всихання дерев дуба зазвичай вказують хвороби.

Виявлені відмінності за питомою площею осередків комах-листогризів у лісовому фонді окремих лісогосподарських підприємств пов'язані з особливостями лісорослинних умов, вікової структури, породного складу насаджень та їхньої повноти (Meshkova 2009), що має бути проаналізовано в окремому дослідженні.

Висновки. У дубових насадженнях Житомирської області зареєстровано осередки комах-листогризів весняного комплексу, переважно п'ядунів зимового та обдирала, які з початку XXI століття утворили два спалахи масового розмноження – у 2002–2008 рр. з максимальною площею осередків (16 тис. га) у 2004 р. та у 2010–2018 рр. з максимальною площею (500 га) у 2012–2014 рр. Крім цих видів комах, в окремих насадженнях листя дуба пошкоджують непарний шовкопряд, золотогуз, червонохвіст, травневі хрущі та дубова блішка.

Найбільші площі осередків хвороб у дубових насадженнях припадають на поперечний рак дуба, трутовик дубовий несправжній та опеньок осінній. Збільшення площ осередків поперечного раку дуба відзначено в роки згасання спалахів весняного комплексу комах-листогризів – у 2008 і 2013 рр.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Andreieva, O. Yu. and Boliukh, O. G. 2019. Masovi rozmnozhennya zvychaynoho sosnovoho pylshchyka (*Diprion pini* L.) u lisovomu fondi Zhytomyrskoyi oblasti [The outbreaks of common pine sawfly (*Diprion pini* L.) in the forest fund of Zhytomyr Region]. Scientific Bulletin of UNFU, 29(7), 84–89 (in Ukrainian). https://doi.org/10.15421/40290717

Andreieva, O. Y. and Goychuk, A. F. 2018. Poshyrennya vsykhannya nasadzhen sosny zvychaynoyi u DP "Korostyshivske LH" [Spread of Scots pine stands decline in Korostyshiv Forest Enterprise]. Forestry and Forest Melioration, 132: 148–154 (in Ukrainian). https://doi.org/10.33220/1026-3365.132.2018.148

Andrushchenko, R. O. 2008. Otsinka roli meteorolohichnykh chynnykiv u bahatorichniy dynamitsi ploshch oseredkiv pyaduna zymovoho (*Operophtera brumata* L.) v lisakh Tsentralnoho Polissya [Assessment of the role of meteorological factors in the long-term dynamics of winter moth (*Operophtera brumata* L.) foci area in the forests of Central Polyssya]. Scientific Bulletin of UNFU, 18.2: 30–35 (in Ukrainian).

Atramentova, L. A. and Utevskaya, O. M. 2008. Statisticheskiye metody v biologii [Statistical methods in biology]. Gorlovka, 148 p. (in Russian).

Brown, N., Vanguelova, E., Parnell, S., Broadmeadow, S., Denman, S. 2018. Predisposition of forests to biotic disturbance: Predicting the distribution of Acute Oak Decline using environmental factors. Forest Ecology and Management, 407: 145–154. doi:10.1016/j.foreco.2017.10.054

Buzun, V. O., Turko, V. M., Siruk, Y. V. 2018. Knyha lisiv Zhytomyrshchyny: istoryko-ekonomichnyy narys [Book of Zhytomyr Forests: Historical and Economic Essay]. Zhytomyr, O. O. Evenok, 440 p. (in Ukrainian).

Goychuk, A., Drozda, V., Kulbanska, I. 2018a. Tuberkulioz yasena zvychaynoho u Zakhidnomu Podilli Ukrayiny: etiolohiya, symptomatyka, patohenez [Tuberculosis of ash-trees in Western Podillya of Ukraine: etiology, symptomatology and pathogenesis]. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 16: 31–40 (in Ukrainian). https://doi.org/10.15421/411804

Goychuk, A., Drozda, V., Shvets, M. 2018b. Ryzyk znyknennya berezy povysloyi v Zhytomyrskomu Polissi Ukrayiny [Risk of birch disappearance in Zhytomyr Polissya of Ukraine]. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 17: 16–25 (in Ukrainian). https://doi.org/10.15421/411816

Kramarets, V. and Matsiakh, I. 2018. Rol biotychnykh chynnykiv u vsykhanni yalynnykiv Ukrayinskykh Karpat [The role of biotic factors in spruce decline in the Ukrainian Carpathians]. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 17: 121–132 (in Ukrainian). https://doi.org/10.15421/411827

Lakyda, P. I., Vasylyshyn, R. D., Blyshchyk, V. I. et al. 2017. Lystyani derevostany Ukrayiny: fitomasa ta eksperymentalni dani [Deciduous stands of Ukraine: phytomass and experimental data]. Korsun-Shevchenkivskyi, FOP Gavrishenko V.M., 483 p. (in Ukrainian).

Matsiakh, I. P. and Kramarets, V. O. 2014. Vsykhannya yasena zvychaynoho (*Fraxinus excelsior* L.) na zakhodi Ukrayiny [Declining of Common Ash (*Fraxinus excelsior* L.) in Western Ukraine]. Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny [Scientific Bulletin of UNFU], 24.7: 67–74 (in Ukrainian).

Meshkova, V. L. 2009. Sezonnoye razvitiye khvoyelistogryzushchikh nasekomykh [Seasonal development of foliage browsing insects]. Kharkiv, Novoe slovo, 396 p. (in Russian).

Meshkova, V. L., Bajdyk, G. V., Berezhnenko, Zh. I. 2018. Dynamika poshkodzhennya komakhamy lystya duba zvychaynoho u polezakhysnykh lisovykh smuhakh Kharkivskoyi oblasti **[**Dynamics of English oak foliage damage by insects in the field protective forest belts of Kharkiv region]. The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series: Phytopathology and Entomology, 1–2: 92–100 (in Ukrainian).

Meshkova, V. L., Berezhnenko, Zh. I., Kukina, O. M. 2015. Critical population density of foliage browsing insects in pedunculate oak (*Quercus robur*) and European ash (*Fraxinus excelsior*) in the Left-bank Forest-Steppe. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 13 (1): 139–143.

Meshkova, V. L., Pyvovar, T. S., Tovstukha, O. V. 2019. Health condition parameters for deciduous trees in the forest stands of Trostyanetske Forest Enterprise. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 18: 129–137. https://doi.org/10.15421/411913

Quine, C. P., Atkinson, N., Denman, S., Desprez-Loustau, M-L., Jackson, R., Kirby, K. (Eds). 2019. Action Oak Knowledge review: an assessment of the current evidence on oak health in the UK, identification of evidence gaps and prioritisation of research needs. [Electronic resource]. Action Oak, Haslemere, UK. Available from: http://www.actionoak.org/downloads/1-knowledge-review-12-06-2019/file (last accessed date 06.08.2019).

Reed, K., Denman, S., Leather, S. R., Forster, J., Inward, D. J. 2018. The lifecycle of *Agrilus biguttatus*: The role of temperature in its development and distribution, and implications for Acute Oak Decline. Agricultural and forest entomology, 20(3): 334–346.

Selochnik, N. N., Pashenova, N. V., Sidorov, E., Wingfeld, M. J., Linnakoski R. 2015. Ophiostomatoid fungi and their roles in *Quercus robur* die-back in Tellermann forest, Russia. Silva Fennica, 49(5): article id 1328. 16.

Shvidenko, A., Buksha, I., Krakovska, S.,Lakyda, P. 2017. Vulnerability of Ukrainian forests to climate change. Sustainability, 9(7): 1152. https://doi.org/10.3390/su9071152

Sierota, Z., Grodzki, W., Szczepkowski, A. 2019. Abiotic and biotic disturbances affecting forest health in Poland over the past 30 years: Impacts of climate and forest management. Forests, 10(1): 75. https://doi.org/:10.3390/f10010075

Siruk, Yu. V. and Turko, V. M. 2017. Sutsilni sanitarni rubky na pidpryyemstvakh Zhytomyrskoho OULMH [Clear felling at the enterprises of Zhytomyr OULMG]. Nauk. chytannya [Scientific reading], 181–186 (in Ukrainian).

Skrzecz, I. and Perlińska, A. 2018. Current problems and tasks of forest protection in Poland. Folia Forestalia Polonica, 60(3), 161-172. https://doi.org/ 10.2478/ffp-2018-0016

Stryukova, N. M., Omel'yanenko, T. Z., Golub, V. B. 2019. Dubovaya kruzhevnitsa v Respublike Krym [Oak lace bug in the Republic of Crimea]. Plant Protection and Quarantine, (9): 43–44 (in Russian).

Turko, V. M., Vyshnevskyi, A. V., Siruk, Yu. V., Pecheniuk, Ye. P. 2016. Poshyrennya khvorob ta shkidnykiv u lisakh Rivnenskoyi oblasti [Spreading of diseases and pests in the forests of Rivne Region]. Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny [Scientific Bulletin of UNFU], 26.5: 170–177 (in Ukrainian).

Vasaitis, R. 2013. 10 Heart Rots, Sap Rots and Canker Rots. Infectious forest diseases (Gonthier, P. and Nicolotti, G., Eds.). CAB International, 197 p.

Zahalna kharakterystyka lisiv Ukrayiny [General characteristics of Ukrainian forests]. 2016. [Electronic resource]. Available from: http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=62921&cat_id=32867 (last accessed date 06.08.2019) (in Ukrainian).

Zubrik, M., Gubka, A., Rell, S., Kunca, A., Vakula, J., Galko, J., ..., Leonotvyč, R. 2019. First record of *Corythucha arcuata* in Slovakia – Short Communication. Plant Protection Science, 55(2): 129–133.

Andreieva O. Yu.[1], Zhytova O. P.[1], Martynchuk I. V.[1], Vlasiuk V. P.[1], Stehniak V. D.[2]

BIOTIC CAUSES OF OAK FORESTS WEAKENING IN ZHYTOMYR REGION

[1]*Zhytomyr National Agroecological University*
[2]*State Specialized Forest Protective Enterprise "Vinnytsyalisozahyst"*

In oak stands in Zhytomyr Region, the foci of foliage browsing insects of spring complex are registered. Since the beginning of the 21st century, there have been two outbreaks of these pests (in 2002–2008 and 2010–2018). Maximal

foci area (over 3,000 ha) was registered in the State Forest Enterprises “Berdychivske”, “Zhytomyrske” and “Gorodnytske”, and maximal specific foci area in the State Forest Enterprise “Gorodnytske”(633.5 ha per 1,000 ha of oak stands). The largest area of diseases in oak stands was registered for oak bacterial cancer (the pathogen *Pseudomonas quercus* Schem), and fungal diseases caused by *Phellinus robustus* Bourd. et Galz. and *Armillaria* sp. The area of oak bacterial cancer increased in the years when foliage browsing insects outbreaks were decaying (in 2008 and 2013). The largest area of insect pests and diseases were registered in the State Forest Enterprise “Berdychivske”.

K e y w o r d s : maximal foci area, specific foci area, foliage browsing insects, forest pathogens.

Андреева Е. Ю.[1], Житова О. П.[1], Мартынчук І. В.[1], Власюк В. П.[1], Стегняк В. Д.[2]

БИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ОСЛАБЛЕНИЯ ДУБОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЖИТОМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

[1]*Житомирский национальный агроэкологический университет*
[2]*Государственное специализированное лесозащитное предприятие “Винницалесозащита”*

В дубовых насаждениях Житомирской области листогрызущие насекомые весеннего комплекса с начала XXI столетия сформировали две вспышки массового размножения – в 2002–2008 и 2010–2018 гг. Максимальная с начала XXI столетия площадь очагов листогрызущих насекомых (свыше 3000 га) отмечена в ГП «Бердичевское ЛХ», ГП «Житомирское ЛХ» и ГП «Городницкое ЛХ», а удельная площадь очагов – в ДП «Городницкое ЛХ» (633,5 га на 1000 га). Наибольшие площади очагов болезней в дубовых насаждениях приходятся на поперечный рак дуба (возбудитель – бактерия *Pseudomonas quercus* Schem), трутовик дубовый ложный (*Phellinus robustus* Bourd. et Galz.) и опенок осенний (*Armillaria* sp.). Увеличение площади очагов поперечного рака дуба отмечено в годы затухания вспышек весеннего комплекса листогрызущих насекомых – в 2008 и 2013 гг. Наибольшие площади очагов вредных организмов отмечены в ГП «Бердичевское ЛХ».

К л ю ч е в ы е с л о в а : максимальная площадь очагов, удельная площадь очагов, листогрызущие насекомые, возбудители болезней лесных пород.

E-mail: andreeva-lena15@ukr.net; martynchuk.ivan@gmail.com; wlasyukvp@ukr.net; vstehniak@ukr.net

Одержано редколегією 12.08.2019

УДК 630.416.16:630.453:630.244
https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.184

І. В. ПОРОХНЯЧ

РОЛЬ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ У ЗМЕНШЕННІ ПРОДУКЦІЇ ВЕРХІВКОВОГО КОРОЇДА В СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНАХ СХІДНОГО ПОЛІССЯ

ДП «Новгород-Сіверська лісова науково-дослідна станція»

Інтенсивне поширення групових і куртинних осередків усихання в соснових насадженнях Східного Полісся розпочалося після дуже посушливої другої половини вегетаційного періоду 2016 р. та тривало протягом 2017–2018 рр., які вирізнялися екстремально посушливими умовами на початку вегетаційних періодів, коли гідротермічний коефіцієнт за Г. Т. Селяніновим становив 0,1–0,5, а дефіцит атмосферних опадів – 10–30 % у різні місяці. Після сприятливого для росту дерев початку вегетаційного періоду 2019 р. з гідротермічним коефіцієнтом 1,7 у результаті надлишку атмосферних опадів за пониженої температури поширення патологічного всихання сосняків у Східному Поліссі істотно знизилося та стабілізувалося з переважанням поодинокого та групового типів. Відновлення водозабезпечення дерев активізувало процеси смоловиділення, що інтенсивно перешкоджало спробам заселення дерев верхівковим короїдом на відносній висоті стовбура 0,51–0,75 і меншій. Середні значення продукції вздовж стовбурів заселених дерев становили від 29 до 33 шт.·дм$^{-2}$ молодих імаго.

Ключові слова: сосна звичайна, всихання, верхівковий короїд, гідротермічний коефіцієнт, сума опадів, смоловидільна активність.

Вступ. Біологічна стійкість лісостанів зумовлена здатністю лісових екосистем зберігати структуру й забезпечувати функціонування під дією несприятливих факторів. Останнім часом соснові насадження Східного Полісся України потерпають від екстремальних змін погодно-кліматичних та антропогенних чинників, які зумовлюють ослаблення лісостанів та поширення в них шкідливих комах.

У соснових деревостанах Східного Полісся протягом 2015–2018 рр. відбувалося групове та куртинне всихання дерев за верхівковим типом (Zhezhkun & Porokhnyach 2017). В осередках усихання масово поширився верхівковий короїд *Ips acuminatus* (Gyllenhal 1827), зумовлюючи стрімку втрату життєздатності заселених ним ослаблених дерев (Porokhnyach 2018).

Екологічні особливості та популяційні показники виду для певних регіонів доволі ґрунтовно висвітлено в літературних джерелах (Vorontsov 1978, Lieutier et al. 2004, Nikitsky & Izhevsky 2005, Meshkova et al. 2015, Porokhnyach 2018). Особливості впливу метеорологічних умов на чисельність популяцій верхівкового короїда в наявних дослідженнях детально не розглядали.

Метою досліджень було визначення ролі окремих метеорологічних чинників у зменшенні продукції верхівкового короїда в соснових лісах Східного Полісся.

Матеріали й методи. Дослідження проводили протягом 2018–2019 рр. у чистих пристиглих і стиглих соснових деревостанах повнотою 0,7–0,8 в умовах свіжого дубово-соснового субору в трьох лісогосподарських підприємствах Чернігівського ОУЛМГ, які мали різний ступінь поширення всихання: низький (переважно поодинокі та групові осередки) – ДП «Новгород-Сіверське ЛГ», середній (групові та куртинні осередки) – ДП «Корюківське ЛГ» та високий (куртинний та суцільний тип всихання) – ДП «Добрянське ЛГ». Особливості зимівлі короїдів вивчали в соснових насадженнях Слобідського дослідного лісництва ДП «Новгород-Сіверська лісова-науково дослідна станція».

На досліджуваних об’єктах для визначення популяційних показників верхівкового короїда відбирали заселені ним модельні дерева IV–V категорій за санітарним станом із середньої та вищих ступенів товщини. Для визначення щільності особин верхівкового короїда, що зимують, в осередках усихання відбирали заселені модельні дерева III–IV категорій санітарного стану наприкінці вегетаційного періоду 2018 р., а їхнє звалювання й закладання палеток проводили наприкінці зими 2019 р.

Звалені модельні дерева розкряжовували на облікові відрізки, довжина яких відповідала довжині сортиментів – 2 м, або в разі детального дослідження – 1,25 м. На цих відрізках фіксували наявність ознак заселення комахами й виділення смоли. З усіх частин стовбура, де виявляли поселення короїдів, закладали палетки розміром 10×10 см (1 дм^2). Загалом обстежено 160 облікових відрізків і закладено 60 палеток. Для об'єктивності порівняння отриманих даних встановлювали відносну висоту стовбура, яка відповідала кожній відібраній палетці, – відношення висоти, на якій її розміщували, до загальної висоти стовбура.

Популяційні показники верхівкового короїда оцінювали на основі підрахунку чисельності особин молодого покоління (продукції), яке успішно розвивалося на заселених деревах. Окремо оцінювали кількість спроб заселення, шлюбних камер і маточних ходів на етапі закладання та сформованих молодих імаго під корою, які були залиті смолою. Аналіз палеток у лабораторних умовах проводили відповідно до загальноприйнятих методів (Mozolevskaya et al. 1984, Meshkova 2010).

Для з'ясування впливу метеорологічних чинників на процеси ослаблення та всихання соснових деревостанів визначали гідротермічний коефіцієнт за Г. Т. Селяніновим (ГТК). Цей показник характеризує зволоженість території, його розраховують як відношення суми опадів (*P*, мм) за період із середньодобовою температурою повітря понад 10°С до суми температур (°С) за цей же час, зменшеної в 10 разів. Показником посухи вважають значення ГТК за Г. Т. Селяніновим нижче від 0,7 (Alpatiev 1956). Для визначення ГТК використано архіви метеорологічних даних GSOD, розміщені на сайті організації NOAA's National Climatic Data Center (NCDC) (URL: www.ncdc.noaa.gov).

Результати та обговорення. За даними аналізу матеріалів щодо проведення заходів із поліпшення санітарного стану лісів у Східному Поліссі протягом 2017 р. площа соснових деревостанів, які мали осередки всихання, в лісовому фонді становила 12,2 тис. га, у 2018 р. – 15,6 тис. га. За зимовий період 2018–2019 рр. вибіркові санітарні рубки проведено на площі 10,7 тис. га, суцільні – 0,02 тис. га. Обсяг отриманої деревини під час рубок – 363 тис. м^3·га$^{-1}$.

У результаті аналізу стану популяції верхівкового короїда після зимівлі 2018–2019 рр. у соснових насадженнях Слобідського дослідного лісництва ДП «Новгород-Сіверська ЛНДС» виявлено високу смертність жуків, яка становила майже 80 % від загальної кількості виявлених імаго. Цей показник був у 3–5 разів вищим проти значень у попередні роки. У районі зимівлі короїдів, на відносній висоті стовбура 0,2–0,4, тканини стовбура заселених дерев у поточному році зберігали життєздатність та високу смоловидільну активність. Тому імаго гинули внаслідок заливання смолою. Щільність популяції, що зимувала, сягала 1,3 особини / дм^2.

На початку вегетаційного періоду 2019 р. в лісовому фонді лісогосподарських підприємств Східного Полісся нових осередків всихання не виявлено. Водночас за результатами моніторингу чисельності верхівкового короїда в установлених феромонних пастках масовий літ комах відбувався протягом травня – початку червня. Появу свіжих осередків усихання в сосняках зафіксовано під час чергових лісопатологічних обстежень наприкінці літа 2019 р., тобто після закінчення розвитку першої генерації верхівкового короїда. Осередки мали переважно груповий тип всихання – до 10 дерев.

Нижня межа поселення короїдів на стовбурах сосни розміщувалася в районі тонкої кори на відносній висоті 0,5. Місця поселення комах на відносній висоті стовбура 0,51–0,6 охоплювали найменшу частку периметра стовбура – до 40 %, на відносній висоті 0,61–0,74 – 40–70 %, а вище – поверхня була заселена повністю (рис. 1).

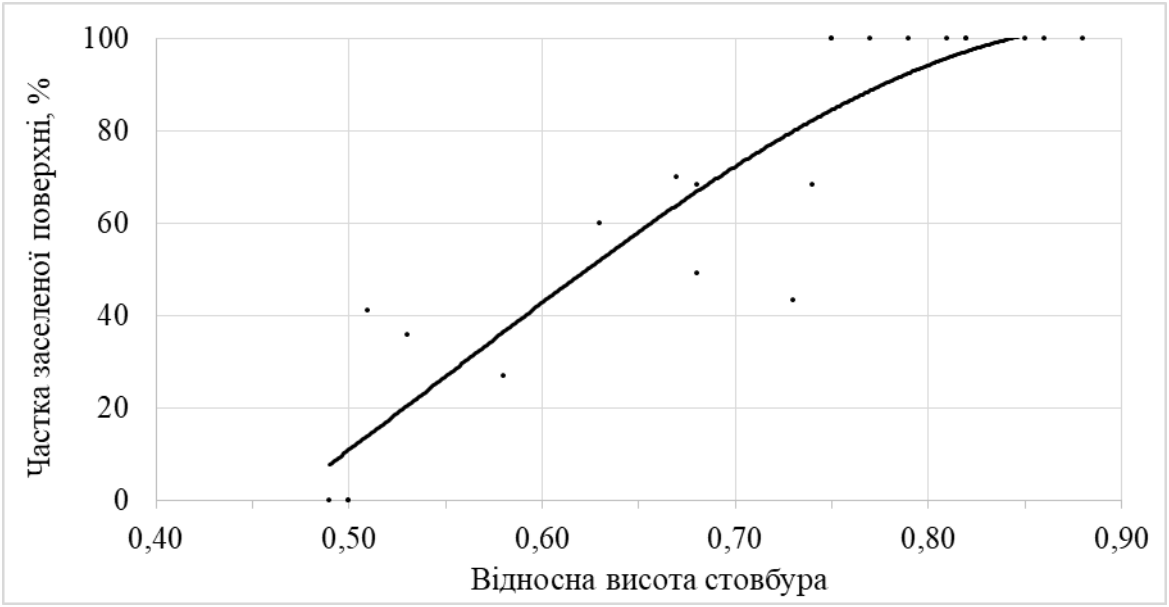


Рис. 1 – Частка поверхні стовбура, заселена короїдами на модельних деревах сосни звичайної в осередках усихання

Невдале заселення дерев верхівковими короїдами було зумовлене частковим заливанням їх смолою на відносній висоті стовбура 0,51–0,75 і суцільним – їхніх спроб поселення нижче. Інтенсивне виділення смоли частково перешкоджало розвитку короїдів на етапі закладання батьківським поколінням шлюбних камер і маточних ходів (рис. 2). За нашими дослідженнями, чисельність комах у районі поселення також продовжувала знижуватися внаслідок заливання смолою частини личинкових ходів і сформованих молодих імаго. У результаті продукція верхівкового короїда першої генерації в районі тонкої кори заселених дерев у стиглих і пристиглих насадженнях становила в середньому від 29 до 33 шт.·дм$^{-2}$ молодих імаго (табл. 1). Тобто відбувається істотне зниження кількісних популяційних показників цього короїда проти попереднього року – у 2–3 рази (Porokhnyach 2018). Водночас показники продукції залишаються високими, перевершуючи середні значення популяційних показників виду (Trofimov 2005, Meshkova 2010) у 3 рази.

Таблиця 1

Показники заселення верхівкового короїда соснових деревостанів у 2019 році

Підприємство, лісництво	Квартал, виділ	Площа виділу осередку, га	Тип лісу, склад деревостану	Вік дерево-стану	Мінімальна відносна висота заселення дерев	Продукція в районі тонкої кори та похибка, шт.·дм$^{-2}$
ДП «Добрянське ЛГ», Олешнянське	94,18	4,9 0,002	B_2-дС 8 Сз 2 Бп	67	0,59	29,6 ±11,8
ДП «Корюківське ЛГ», Брецьке	4, 2	19 0,002	B_2-дС 10 Сз	91	0,51	29,0 ±12,6
ДП «Новгород-Сіверське ЛГ», Узруївське	42, 27	2,2 0,003	B_2-дС 10 Сз	93	0,65	32,7 ±13,9



Рис. 2 – Інтенсивне виділення смоли в місцях поселення короїдів на стовбурі модельних дерев сосни звичайної у кв. 4, вид. 2 Брецького лісництва ДП «Корюківське ЛГ» станом на 21.08.2019 (А – загальний вигляд, Б – залиті смолою шлюбні камери та маточні ходи під корою)

В осередках усихання у 2019 р. виявлені не поодинокі випадки дерев IV категорії санітарного стану, в яких поряд зі всохлою верхньою частиною крони були збережені життєздатні гілки в її нижній частині внаслідок підвищення резистентності до заселення короїдами. Під час детального огляду звалених моделей таких дерев встановлено, що у верхній відмерлій частині наявні льотні отвори імаго верхівкового короїда, які завершили розвиток, а в частині, що зберігала життєздатний луб, – повністю залиті живицею спроби заселення дерева комахами.

У попередні роки (2017–2018 рр.) під час відбору модельних дерев, які були заселені короїдами, подібного інтенсивного виділення смоли не виявляли, а продукція комах була значно вищою. Це дає підстави стверджувати про відновлення тиску в смоловидільній системі дерев, що підвищувало їхню стійкість до спроб заселення комахами. Додатковим візуальним підтвердженням цього є інтенсивне виділення смоли на свіжих зрізах стовбурів (рис. 3).



Рис. 3 – Виділення смоли по периметру стовбура на свіжому зрізі модельного дерева в районі тонкої кори стовбура на відносній висоті 0,59 у кв. 94, вид. 18 Олешнянського лісництва ДП «Добрянське ЛГ» станом на 13.08.2019

Найбільш успішний розвиток верхівкових короїдів відбувався в поселеннях на відносній висоті заселених дерев 0,8, де інтенсивність виділення смоли була недостатньою для порушення його перебігу. Молоде покоління в цій частині стовбура безперешкодно завершувало свій розвиток, а показники продукції були найбільшими – до 67 шт.·дм$^{-2}$ (рис. 4). У місцях невдалого заселення комах нижче по стовбуру в результаті часткового заливання смолою продукція поступово знижувалася до мінімальних значень – до 3 шт.·дм$^{-2}$ на відносній висоті 0,51.

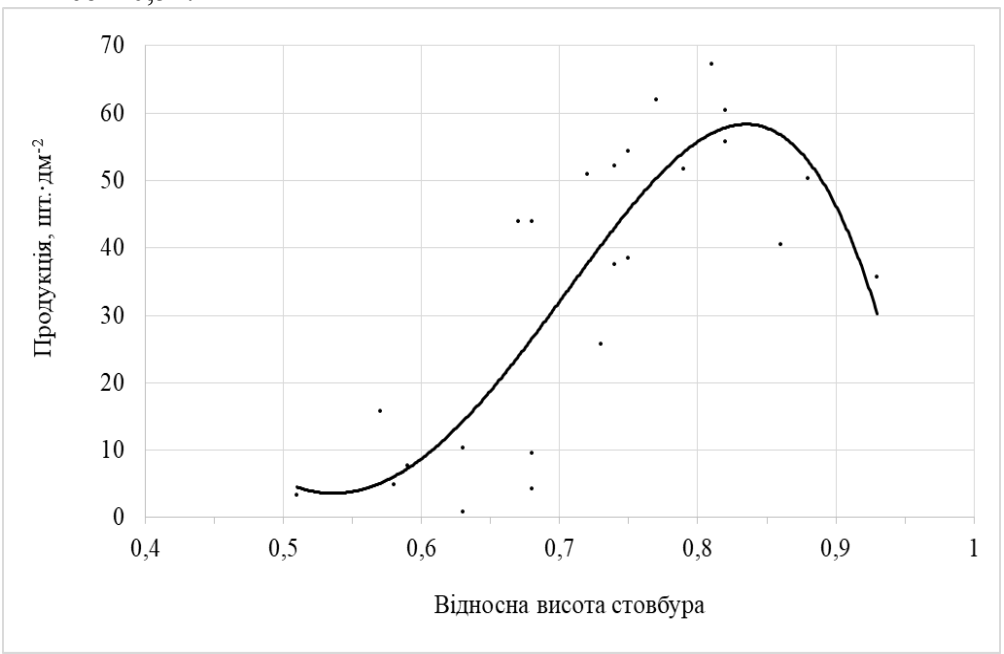


Рис. 4 – Продукція верхівкового короїда вздовж стовбура модельних дерев сосни звичайної в осередках усихання

Лабораторний аналіз щільності родин (шлюбних камер) верхівкового короїда на модельних деревах сосни звичайної в осередках всихання підтверджує, що на відносній

висоті стовбура 0,55–0,75 розвиток популяцій частково припиняється вже на етапі формування шлюбних камер унаслідок їх заливання смолою. На відносній висоті стовбурів понад 0,75 успішно розвивається молоде покоління короїдів, оскільки засмолення комах під корою не відбувається (рис. 5).

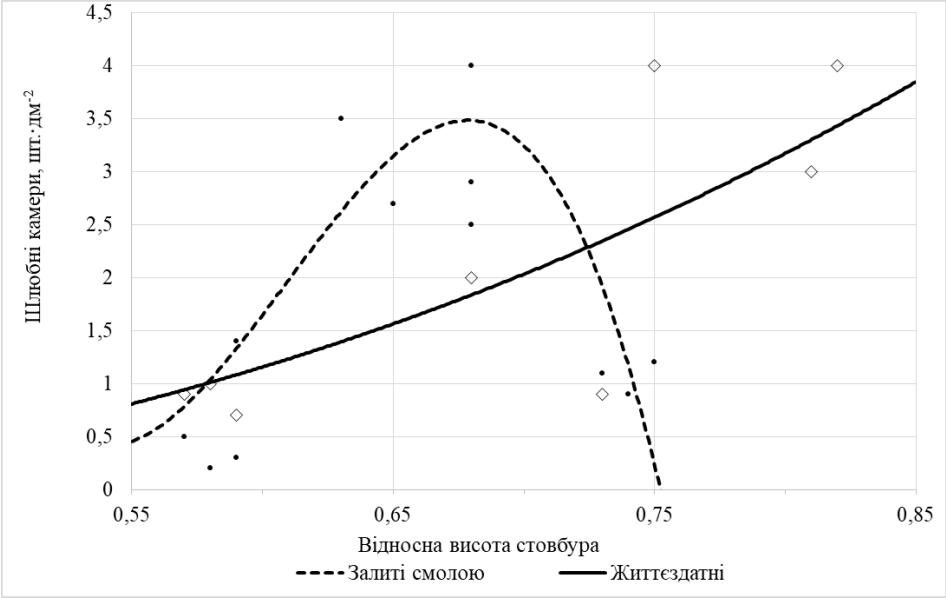


Рис. 5 – Кількість шлюбних камер верхівкового короїда на модельних деревах сосни звичайної в осередках усихання залежно від відносної висоти стовбура

За результатами аналізу метеорологічних показників встановлено, що поширенню процесів усихання в соснових деревостанах протягом 2017–2018 рр. передувало критичне зменшення ГТК за Г. Т. Селяниновим нижче від багаторічної норми в другій половині вегетаційного періоду 2016 р. (червень – вересень, ГТК = 0,2…0,7), яке тривало на початку 2017 р. (травень, ГТК = 0,6; нестача атмосферних опадів – 65 % від багаторічної норми). Певне зниження ГТК нижче від багаторічної норми виявлено й у середині вегетаційного періоду 2017 р. (серпень) (рис. 6). У цей період відбувалися стрімке формування та розширення осередків усихання, які набували куртинного, а в деяких випадках – і суцільного типу.

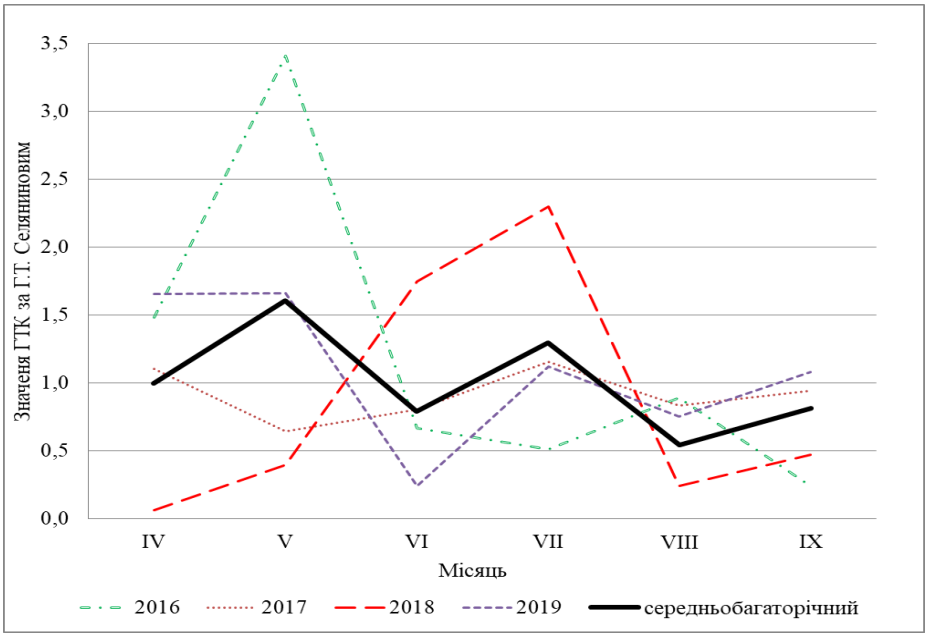


Рис. 6 – Динаміка гідротермічного коефіцієнта (ГТК) за місяці вегетаційних періодів 2016–2019 рр. за метеорологічними даними GSOD (NOAA's National Climatic Data Center 2019)

Вегетаційний період 2018 р. також розпочався з істотного зниження ГТК за Г. Т. Селяниновим – від 0,1 до 0,4 у квітні та травні відповідно. При цьому у квітні випало лише 10 % від багаторічної норми опадів, а у травні – майже 30 %. Кінець вегетаційного періоду 2018 р. також виявися доволі посушливим (ГТК = 0,2…0,5 у серпні – вересні). У серпні нестача атмосферних опадів становила 55 %, а у вересні – 39 % місячної кількості опадів (рис. 7). У 2018 р., як і в попередній рік, процеси всихання продовжували стрімко поширюватися, утворюючи переважно куртинні, а в деяких випадках суцільні осередки.

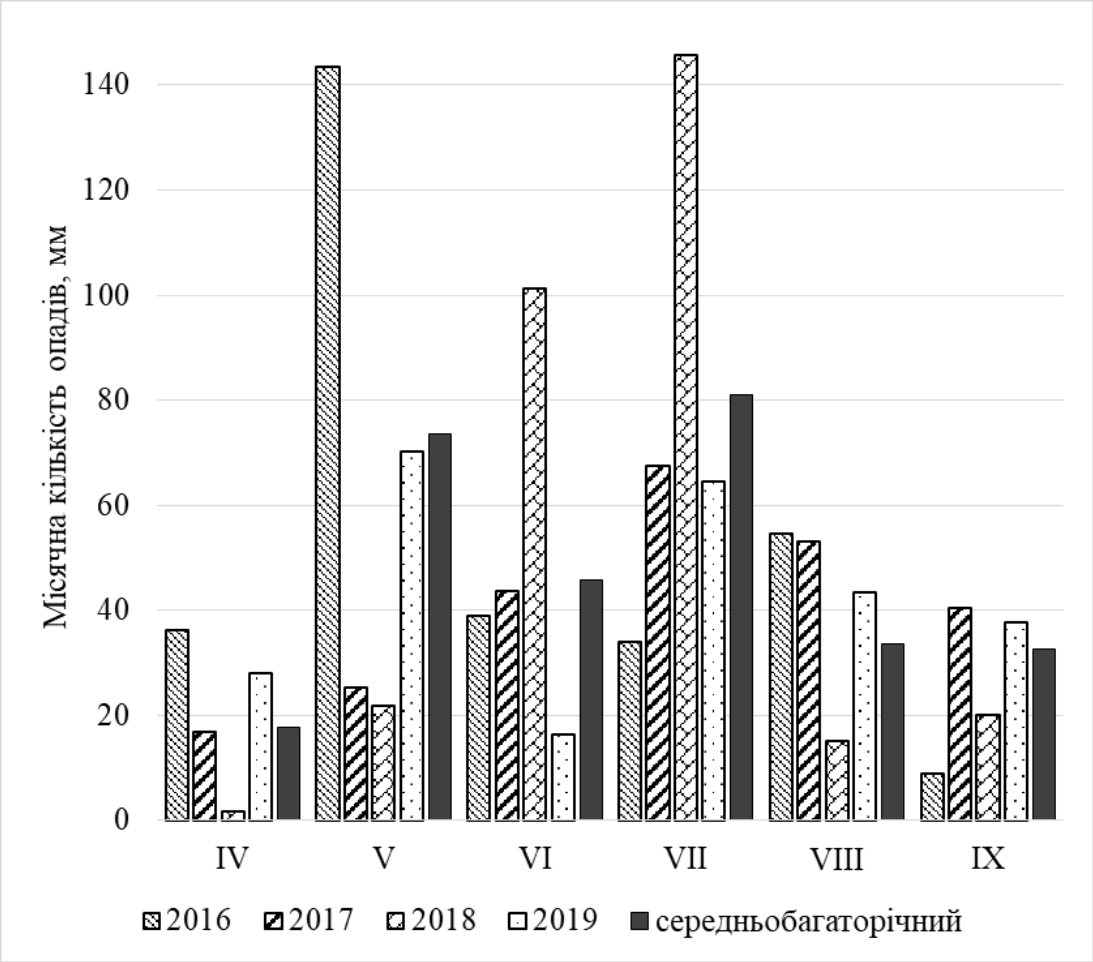


Рис. 7 – Динаміка кількості опадів за місяці вегетаційних періодів 2016–2019 рр. за метеорологічними даними GSOD (NOAA's National Climatic Data Center 2019)

Влітку відбувається інтенсивна втрата води деревними організмами, що є природним результатом несприятливого водного балансу, який складається в період швидкої транспірації за підвищеного температурного режиму (Kramer & Kozlovskiy 1983). *Особливо критичним стає дефіцит атмосферних опадів на початку вегетаційного періоду, оскільки для нормального перебігу фізіологічних процесів у цей час необхідна велика кількість води. Унаслідок нестачі надходження води та зниження внутрішнього водного балансу зменшується смоловидільна здатність, що знижує стійкість стовбурів до заселення стовбуровими комахами.

Початок вегетаційного періоду 2019 р. виявився дуже вологим. У квітні випало опадів на 58 % більше від багаторічної норми за цей період, а у травні показник був наближеним до багаторічної норми. Значення ГТК за Г. Т. Селяниновим (1,7) істотно перевищувало середньобагаторічну норму. Рівень зволоженості, що склався в цей період, уможливив водозабезпечення дерев сосни, достатнє для інтенсифікації смоловидільної здатності та підвищення стійкості до заселення комахами.

Висновки. Після сприятливого для росту дерев початку вегетаційного періоду 2019 р. у Східному Поліссі відбулася стабілізація процесів патологічного всихання сосняків із переважанням поодинокого та групового типів. Поселення верхівкових короїдів на стовбурах дерев сосни обмежувалося тонкою корою на відносній висоті понад 0,51. Спроби заселення нижче цієї межі виявилися невдалими через суцільне заливання смолою. Район поселення на відносній висоті 0,51–0,75 охоплював лише на 30–70 % периметр стовбура та був частково залитий смолою. Вище цієї висоти молоде покоління розвивалося успішно на всій бічній поверхні стовбура. Середні показники продукції вздовж стовбурів заселених дерев істотно знизилися (29–33 шт.·дм$^{-2}$).

Активізація та посилення смоловиділення були зумовлені відновленням водозабезпечення завдяки поліпшенню метеорологічних умов унаслідок поєднання достатньої кількості опадів, що істотно перевищували середньобагаторічну норму, та нижчої температури (ГТК за Г. Т. Селяниновим – 1,7). Процеси всихання соснових насаджень із формуванням групових і куртинних осередків усихання інтенсифікувалися після дуже посушливої другої половини вегетаційного періоду 2016 р. та тривали протягом 2017–2018 рр. Ці роки вирізнялися екстремально посушливим початком вегетаційного періоду, коли в різні місяці ГТК за Г. Т. Селяниновим становив 0,1–0,5, а дефіцит атмосферних опадів – 10–30 %. Ослаблення дерев сосни відбулося внаслідок зневоднення під час посушливих періодів, що негативно позначалося на їхній смоловидільній здатності та стійкості до заселення короїдами.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Alpatiev, A. M. 1956. Kharakteristika zasukh [Characterization of droughts]. In: Klimaticheskiye resursy tsentralnykh oblastey yevropeyskoy chasti SSSR i ikh ispolzovaniye v selskokhozyaystvennom proizvodstve [Climatic resources of the central regions of the European part of the USSR and their use in agricultural production]. Leningrad, p. 160–172 (in Russian).

Kramer, P. D. and Kozlovskiy, T. T. 1983. Fiziologiya drevesnykh rasteniy [Physiology of woody plants]. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 464 p. (in Russian).

Lieutier, F., Day, K. R., Battisti, A., Gregoire, J.-C., Evans, H. F. (Eds.). 2004. Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis. Dordrecht-Boston-London, Kluwer Acad. publishers, 570 p.

Meshkova, V. L. (Ed.). 2010. Metodychni rekomendatsiyi shchodo obstezhennya oseredkiv stovburovykh shkidnykiv lisu [Methodical recommendations on inspection of stem forest pests' foci]. Kharkiv, URIFFM, 27 p. (in Ukrainian).

Meshkova, V. L., Kochetova, A. I., Zinchenko, O. V. 2015. Verkhivkovyy koroyid *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) u Pivnichno-Skhidnomu Stepu Ukrayiny [The pine engraver beetle *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in the North-Eastern Steppe of Ukraine]. Visti Kharkivskohoentomolohichnoho tovarystva [The Kharkov Entomol. Soc. Gaz.], XXIII(2): 64–69 (in Ukrainian).

Mozolevskaya, E. G., Katayev, O. A., Sokolova, Ye. S. 1984. Metody lesopatologicheskogo obsledovaniya ochagov stvolovykh vrediteley i bolezney [Methods of pathological examination of stem pests' and diseases' foci]. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 152 p. (in Russian).

Nikitsky, N. B. and Izhevsky, S. S. 2005. Zhuki-ksilofagi – vrediteli drevesnykh rasteniy Rossii [Xylophagous beetles are pests that damage arboreal plants of Russia]. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 120 p. (in Russian).

NOAA's National Climatic Data Center. 2019. [Electronic resource]. Available from: www.ncdc.noaa.gov (last accessed date 03.12.2019).

Porokhnyach, I. V. 2018. Osoblyvosti poshyrennya verkhivkovoho koroyida v sosnovykh derevostanakh Skhidnoho Polissya [Features of spread of *Ips acuminatus* Gyll. in pine stands of Eastern Polissya]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 133: 136–141 (in Ukrainian).

Trofimov, V. N. 2005. Nadzor, uchet i prognoz massovikh razmnozheniy vrediteley lesov [Supervision, measurement and prediction of outbreaks of forests pests]. Moscow, MGUL, 136 p. (in Russian).

Vorontsov, A. I. 1978. Patologiya lesa [Forest pathology]. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 271 p. (in Russian).

Zhezhkun, A. M. and Porokhnyach I. V. 2017. Vsykhannya derevostaniv Skhidnoho Polissya [Dieback of the stands in Eastern Polissya]. In: Fundamentalni i prykladni problemy suchasnoyi ekolohiyi ta zakhystu roslyn: materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf. [Fundamental and applied problems of modern ecology and plant protection: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Kharkiv, KhNAU, p. 40–43 (in Ukrainian).

Porokhnyach I. V.

ROLE OF METEOROLOGICAL FACTORS IN REDUCING THE PRODUCTION OF *IPS ACUMINATUS* GYLL. IN PINE STANDS OF EASTERN POLISSYA

State Enterprise "Novgorod-Siverska Forest Research Station"

The group dieback foci began to intensively spread in the pine stands of Eastern Polissya, Ukraine, after the very dry second half of the growing season 2016 and lasted for 2017–2018. Those years had extremely arid beginnings of the growing season when Selyaninov's Hydro-thermal Coefficient was 0.1–0.5 and precipitation deficit amounted to 10–30 % in various months. After the beginning of the 2019 vegetation period, which was favorable for tree growth by the hydrothermal coefficient 1.7, the spread of pathological dieback of pine trees in East Polissya decreased significantly. It stabilized with the predominance of single and group types, as a result of excess atmospheric precipitation and reduced temperature. The renewed water supply to the trees intensified the resin exudation, which intensely hindered insects' attempts to populate the stem at a relative height of 0.51–0.75 and below. The average production along the stems of populated trees ranged from 29 to 33 juvenil beetles per dm^2.

K e y w o r d s: Scots pine, dieback, *Ips acuminatus*, Hydro-thermic Coefficient, precipitation, resin flow.

Порохняч И. В.

РОЛЬ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В УМЕНЬШЕНИИ ПРОДУКЦИИ ВЕРШИННОГО КОРОЕДА В СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ ВОСТОЧНОГО ПОЛЕСЬЯ

ГП «Новгород-Северская лесная научно-исследовательская станция»

Интенсивное распространение групповых и куртинных очагов усыхания в сосновых насаждениях Восточного Полесья началось после очень засушливой второй половины вегетационного периода 2016 г. и продолжалось в течение 2017–2018 гг., которые характеризовались экстремально засушливым началом вегетационных периодов, когда гидротермический коэффициент по Г. Т. Селянинову составлял 0,1–0,5, а дефицит атмосферных осадков – 10–30 % в разные месяцы. После благоприятного для роста деревьев начала вегетационного периода 2019 г. по ГТК 1,7 в результате избытка атмосферных осадков при пониженном температурном режиме распространение патологического усыхания сосняков в Восточном Полесье существенно снизилось и стабилизировалось с преобладанием одиночного и группового типа. Восстановление водоснабжения деревьев активизировало процессы выделения смолы, что интенсивно препятствовало попыткам заселения вершинного короеда на относительной высоте ствола 0,51–0,75 и ниже. Средние показатели продукции вдоль стволов заселенных деревьев составляли от 29 до 33 шт.·$дм^{-2}$ молодых имаго.

К л ю ч е в ы е с л о в а: сосна обыкновенная, усыхание, вершинный короед, гидротермический коэффициент, сумма осадков, смоловыделительная активность.

E-mail: desna-90@ukr.net

Одержано редколегією 04.12.2019

УДК 632.7

https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.193

І. М. СОКОЛОВА

ФЕНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ В'ЯЗОВОГО ЛИСТОЇДА В ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕННЯХ ХАРКОВА

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

У статті розглянуто фенологічні особливості в'язового листоїда *Galerucella luteola* Mül. на підставі дворічних (2018–2019 рр.) спостережень у насадженнях м. Харків та у лабораторних умовах. Залежно від погодних умов у Харкові можуть розвиватися 2–3 покоління жуків в'язового листоїда на рік. Жуки зимують у щілинах кори, дуплах чи в підстилці. Із місць зимівлі виходять під час розпускання листя на в'язах (наприкінці квітня – початку травня). Період відкладання яєць є подовженим, покоління перекриваються. Розвиток яєць триває 6–10 діб, личинок – 18–29, лялечок – близько 10 діб. За результатами проведених спостережень складено фенологічний календар.

К л ю ч о в і с л о в а: в'язовий листоїд, фітофаг, фенологія.

Вступ. В'язовий (ільмовий) листоїд (*Galerucella luteola* Müller, 1766: Coleoptera: Chrysomelidae) є одним із найбільш значущих філобіонтів роду *Ulmus*. Поширений у західній частині Палеарктики від Португалії до Центральної Азії (Benkovskiy 1999), а також завезений до Північної Америки (Lawson & Dahlsten 2003). В Україні численний у степовій і, рідше, в лісостеповій зонах. Імаго та личинки пошкоджують насадження різних видів роду *Ulmus* усіх віків, проте найбільшої шкоди завдають саджанцям і молодим деревам (Vasiliev 1987).

У разі сильного об'їдання листя в'язовим листоїдом дерева слабнуть, деревина гілок не визріває й легко піддається підмерзанню (Meshkova et al. 2016). В окремі роки нападиці цієї комахи призводять до повної дефоліації дерев (Seryy 2009). Ослаблені внаслідок дефоліації дерева заселяють короїди та уражує небезпечна хвороба в'язів – графіоз (Kalyuzhnaya et al. 1995). В'язовий листоїд заподіює більше шкоди у роки із м'якою зимою, теплими весною та початком літа (Vasiliev 1987).

Мета роботи – виявити особливості розвитку в'язового листоїда в зелених насадженнях м. Харків.

Матеріали й методи. У 2018–2019 рр. було обстежено дерева в'яза гладкого (*Ulmus laevis* Pall.), в'яза шорсткого (*U. glabra* Huds.), береста (*U. minor* Mill.) та в'яза пір'ясто-гіллястого (*U. pinnato-ramosa* Dieck.) у насадженнях парків, скверів, уздовж шосейних доріг, міських вулиць. Масові розмноження в'язового листоїда реєстрували переважно в парку «Молодіжний» та у сквері ДК ХЕМЗ, а також у Лісопарку та в насадженнях в'яза уздовж Журавлівського узвозу та Харківської окружної автодороги.

Камеральні дослідження, зокрема визначення комах і спостереження за розвитком, здійснювали в лабораторії захисту лісу Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького. Видову належність в'язового листоїда встановлювали згідно з ключами визначника А. О. Беньковського (Benkovskiy 1999) за морфологічними ознаками всіх стадій, а також за характером пошкоджень.

Результати та обговорення. Нами виявлено, що найчастіше жуки в'язового листоїда зимують у підстилці, під опалим листям (можуть навіть на кілька сантиметрів заглиблюватися в ґрунт), а також у тріщинах кори, дуплах дерев (зазвичай тих, на яких живляться). На зимівлю нерідко збираються великими групами.

Із місць зимівлі навесні виходять зазвичай під час розпускання листя на в'язах. Весняне пробудження жуків парку «Молодіжний» у 2018 р. ми відзначали у першій декаді травня, а у 2019 р. – наприкінці квітня (табл. 1). Після виходу з місць зимівлі жуки додатково живляться молодим листям. Імаго вигризають на листках в'язів отвори різноманітної форми та розмірів, часто при цьому пошкоджуючи другорядні жилки листків, проте не чіпають головних (рис. 1).

Таблиця 1

Схема розвитку в'язового листоїда в насадженнях м. Харків

Рік	Стадії розвитку за місяцями й декадами																				
	квітень			травень			червень			липень			серпень			вересень			жовтень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2018	Із	Із	Із	І	І	І	І	І													
					О	О	О														
						L	L	L	L	L											
									Р	Р	Р	Р									
										І	І	І	І	І	І	І	Із	Із	Із	Із	Із
											О	О									
											L	L	L	L							
													Р	Р	Р						
														І	І	І	І	І	Із	Із	Із
2019	Із	Із	І	І	І	І	І														
				О	О	О	О														
					L	L	L	L	L												
								Р	Р	Р											
									І	І	І	І	І	І	І	І	І	І	Із	Із	Із
										О	О										
										L	L	L									
												Р	Р								
													І	І	І	І	І	І	І	Із	Із
													О	О							
														L	L	L					
															Р	Р					
																І	І	І	І	Із	Із

Примітка. Із – імаго (під час зимівлі), І – імаго, О – яйце, L – личинка, Р – лялечка.



Рис. 1 – Погризи листя *Ulmus pinnato-ramosa* жуками в'язового листоїда (2019 р., Молодіжний парк, м. Харків, фото автора)

Після нетривалого додаткового живлення імаго починають кружляти над гілками та паруватися. Згодом самки відкладають яйця – купками і переважно на нижній бік листків,

хоча зрідка ми виявляли кладки також на верхньому боці листків. На одному листку зазвичай розміщено одну кладку. Відкладання яєць чергується із додатковим живленням (рис. 2).



Рис. 2 – Самка в'язового листоїда та відкладені нею яйця (фото tartafoto.files.wordpress.com)

Яйця жовтувато-оранжевого кольору, розташовані групами по два-три ряди. У кожній кладці нараховували від 8 до 42 яєць. У 2018 р. ми знаходили кладки в третій декаді травня, а у 2019 – у другій і третій декадах травня та в першій декаді червня. Це вказує на те, що період відкладання яєць є дуже подовженим. Ембріональний розвиток, за нашими спостереженнями, триває 6–10 діб.

Личинок першого покоління ми знаходили у 2018 р. з кінця першої декади червня, а у 2019 р. – з третьої декади травня. Оскільки період відкладання яєць є подовженим, личинок першого покоління можна було виявити до перших чисел липня. Спочатку личинки майже чорні, пізніше (після другого линяння) стають жовтувато-зеленими з чорними смугами з кожного боку тіла. Перед заляльковуванням довжина тіла личинок сягає 8–10 мм. Личинки скелетують листки з нижнього боку: вони живляться паренхімою листка, а епідерміс і жилки залишають неушкодженими. Деякий час вони тримаються на листковій пластинці разом, а згодом, у міру збільшення, починають розповзатися на сусідні листки. Так, на одному листку ми виявляли по 8–16 личинок першого віку, тоді як личинок третього віку на одному листку знаходилося лише по 2–3 екземпляри. Пошкоджене листя буріє й нерідко засихає. Розвиток личинки триває 18–29 діб, за цей час вона двічі линяє.

Личинки в'язового листоїда спричиняють більш значущі пошкодження листя, ніж імаго. Так, у сквері ДК ХЕМЗ на 17 червня 2018 р. дефоліація листя в'яза шорсткого через пошкодження личинками I–II віків становила близько 80 %. Спочатку скелетоване личинками листя є мало помітним, та до середини червня пошкодження стають явними. У листках залишаються недоторканими лише жилки та верхній епідерміс (рис. 3).



**Рис. 3 – Личинка в'язового листоїда під час живлення
(фото Ю. Скрильника, серпень 2019 р., лабораторія захисту лісу УкрНДІЛГА)**

Закінчивши живлення, личинки спускаються з дерев у підстилку, поверхневий шар ґрунту, линяють втретє та перетворюються на блідо-брудно-жовтих лялечок. Окремі личинки заляльковуються в кроні у скручених засохлих листках. Розвиток лялечки триває близько 10 діб (рис. 4).



Рис. 4 – Лялечка в'язового листоїда (фото Ю. Скрильника, 4 вересня 2019 р., лабораторія захисту лісу УкрНДІЛГА)

Після завершення розвитку лялечок жуки першого покоління з'являються на кормових деревах, починаючи з останніх днів червня (2019 р., парк «Молодіжний»). У 2018 р. ми

знаходили молодих жуків з першої декади липня. Вони додатково живляться на в'язах до кінця серпня.

Через деякий проміжок часу жуки паруються та відкладають яйця. Жуків другого покоління ми виявляли у 2018 р. з початку другої декади серпня.

Протягом 2018 р. в насадженнях м. Харків ми реєстрували розвиток двох поколінь жуків, а у 2019 р. встигло розвитися й третє покоління, оскільки в цьому році середньомісячна температура липня та серпня перевищувала норму, а рівень опадів був нижчим за середньомісячну норму. Жуки другого покоління у 2019 р. в парку «Молодіжний» відклали яйця в першій декаді серпня. Кілька листків із кладками для подальших спостережень було перенесено до лабораторії. Спостереження одночасно вели в лабораторії та парку. Відродження з яєць личинок ми відзначали з другої до третьої декади серпня. Личинки, що першими вийшли з яєць, уперше перелиняли 20 серпня, а заляльковалися 2 вересня (див. рис. 3). Молоді жуки третього покоління з'явилися з 8 вересня. У прохолодні дні жуки ховаються у підстилку, під каміння тощо, а з підвищенням температури знову починають живлення на листі в'язів. За сприятливих погодних умов імаго додатково живляться до початку жовтня.

Висновки. В'язовий листоїд є значущим філобіонтом ільмових у зелених насадженнях м. Харків. Характер пошкоджень імаго та личинок є різним: жуки вигризають отвори овальної форми до 5 мм у діаметрі, при цьому з'їдають і жилки другого порядку, а личинки скелетують листя, вигризаючи м'які тканини листків і залишають недоторканими жилки та верхній епідерміс.

Залежно від погодних умов, за сезон встигають розвинутися два або три покоління жуків в'язового листоїда. Імаго виходять із місць зимівлі під час розгортання листя на деревах. Після нетривалого живлення жуки паруються, і самки приступають до відкладання яєць. Ембріональний розвиток триває 6–10 діб, розвиток личинки – 18–29 діб, стадія лялечки – близько 10 діб.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Benkovskiy, A. O. 1999. Opredelitel zhukov-listoyedov (Coleoptera Chrysomelidae) yevropeyskoy chasti Rossii i yevropeyskikh stran blizhnego zarubezhya [Identifier of leaf-beetles (Coleoptera Chrysomelidae) of European part of Russia and European countries of CIS]. Moscow, Tekhpoligraftsentr, 204 p. (in Russian).

Kalyuzhnaya, N. S., Gorbacheva, O. V., Didyk, L. K. 1995. Ilmovyy listoyed *Galerucella luteola* Mull. (Coleoptera, Chrysomelidae) kak vreditel zelenykh nasazhdeniy na yuge Yergeney (Kalmykiya) [The elm leaf beetle *Galerucella luteola* Mull. (Coleoptera, Chrysomelidae) as a pest of green stands in the south of Ergeny (Kalmykia)]. Entomol. obozr. [Entomological review], 74 (1): 45–50 (in Russian).

Lawson, A. and Dahlsten, D. 2003. Implementation of a citywide monitoring program to base treatment decisions on elm leaf beetle abundance. Journal of Arboriculture, 29: 34–41.

Meshkova, V. L., Baydyk, H. V., Berezhnenko, J. I. 2016. Osoblyvosti sezonnoho rozvytku listoyidiv (Chrysomelidae) u polezakhisnikh lisovikh smuhakh Kharkivskoyi oblasti [Features of seasonal development of leaf beatles (Chrysomelidae) in field protective forest belts of Kharkiv region]. Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu im. Dokuchayeva. Seriya: Fitopatolohiya ta entomolohiya. [The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series Phytopathology and Entomology], 1–2: 70–78 (in Ukrainian).

Seryy, G. A. 2009. Massovyye razmnozheniya ilmovogo listoyeda v Volgogradskoy oblasti [Mass propagation of elm leaf beetle in Volgograd Region]. Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii [Proceedings of the St. Petersburg Forestry Academy], 187: 317–323 (in Russian).

Vasiliev, V. P. (Ed.) 1987. Vrediteli selskokhozyaystvennykh kultur i lesnykh nasazhdeniy [The pests of agricultural crops and forest stands]. Kyiv, Urozhay, Vol. 1, 440 p. (in Russian).

Sokolova I. M.

PHENOLOGICAL FEATURES OF ELM LEAF BEETLE IN VEGETATION OF KHARKIV CITY

Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky

The article discusses the phenological features of the elm leaf beetle *Galerucella luteola* Mül. based on two-year (2018–2019) research in the stands of Kharkiv and in a laboratory environment. Depending on weather conditions, 2–3 generations of elm leaf beetle per year may develop in Kharkiv. Beetles hibernate in bark crevices, hollows or in a litter. They leave the wintering places during elm leaves blooming (in late April – early May). The egg-laying period is

extended, generations overlap. Development of eggs lasts 6–10 days, larvae develop 18–29 days, pupae about 10 days. Phenological calendar for elm leaf beetle is compiled as the result of the research.

K e y w o r d s : elm leaf beetle, phytophag, phenology.

Соколова И. Н.

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЛЬМОВОГО ЛИСТОЕДА В ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ХАРЬКОВА

Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого

В статье рассматриваются фенологические особенности ильмового листоеда *Galerucella luteola* Mül. на основании двухлетних (2018–2019 гг.) наблюдений в насаждениях г. Харьков и лабораторных условиях. В зависимости от погоды в Харькове могут развиваться 2–3 поколения жуков ильмового листоеда в год. Жуки зимуют в щелях коры, дуплах или в подстилке. Из мест зимовки выходят во время распускания листвы на вязах (в конце апреля – начале мая). Период откладывания яиц растянут, поколения перекрываются. Развитие яиц продолжается 6–10 дней, личинок – 18–29 дней, куколок – около 10 дней. По результатам проведенных наблюдений составлен фенологический календарь.

К л ю ч е в ы е с л о в а : вязовый листоед, фитофаг, фенология.

E-mail: sok.ef.ir@gmail.com

Одержано редколегією: 07.10.2019

ІСТОРІЯ

УДК 630.2:061.62

https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.199

***В. А. ВЕРГУНОВ*[1], *Е. С. МИГУНОВА*[2]**

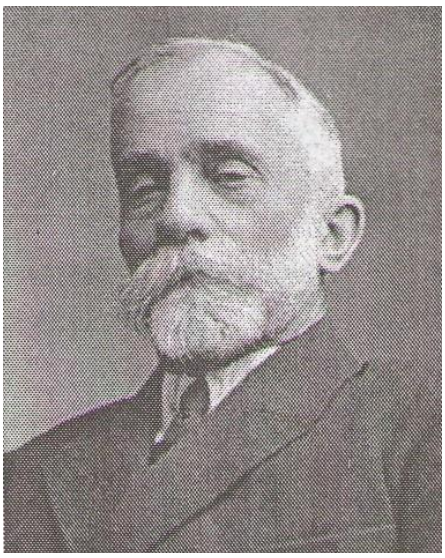
К ИСТОРИИ ЛАБОРАТОРИИ ЛЕСНОГО ПОЧВОВЕДЕНИЯ УКРНИИЛХА А. С. СКОРОДУМОВ, МОРСКОЙ ОФИЦЕР И УЧЕНЫЙ

[1]*Национальная научная сельскохозяйственная библиотека НААН*
[2]*Украинский НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого*

Кратко охарактеризованы ранние этапы развития почвоведения в УкрНИИЛХА. Приведены материалы о практически полностью забытой научной деятельности одного из крупных лесных почвоведов страны – Александра Сергеевича Скородумова, который работал в УкрНИИЛХА около 20 лет. А затем, еще примерно столько же лет, занимался разработкой мер по борьбе с эрозией почв в ННЦ «Институт земледелия НААН». Среди работ лесного направления Скородумова – лесотипологическая оценка почв ряда природных зон и изучение влияния искусственных лесных насаждений на почвы засушливой степи. Объектом последней работы были южные черноземы бывшей Владимировской АЛОС УкрНИИЛХА (Николаевская область). Позже, уже в период работы в Институте земледелия, по этим направлениям в Московском университете им была защищена докторская диссертация и получена ученая степень доктора биологических наук, а позже – звание профессора. При этом Скородумов отдал 12 лет жизни служению во флоте. Приводится еще ряд фактов, свидетельствующих о недостаточной полноте и объективности имеющихся материалов по истории УкрНИИЛХА.

К л ю ч е в ы е с л о в а : история науки, почвы, климат, лесорастительные свойства почв, водный режим.

Лаборатория (ранее – отдел) почвоведения создана в годы становления УкрНИИЛХА одновременно с его ведущими отделами – лесоводства, полезащитного лесоразведения, экономики и др. Вдохновителем и организатором отдела являлся основатель института, выдающийся специалист в области почвоведения, Георгий Николаевич Высоцкий.



Г. Н. Высоцкий (1865–1940)

Первым руководителем отдела был Сергей Степанович Соболев (21.10.1904–18.01.1980). Этот факт стал известен не так давно. Считалось, что руководил отделом после его создания сам Высоцкий. В 1926 г. С. С. Соболев окончил Харьковский сельскохозяйственный институт. Профессор Г. М. Высоцкий был руководителем его дипломного проекта. После этого Соболев работал инженером-таксатором в лесокультурной партии, а с 1928 г. заведовал подотделом мелиорации почв при кафедре общего лесоводства Харьковского СХИ. Почвенную лабораторию вместе с группой гидрогеологии УкрНИИЛХА С. С. Соболев возглавлял недолго – с 1932 по 1934 гг. После этого он перешел заведующим отдела (кафедры) географии и картографии почв Харьковского университета (Sobolev Sergey Stepanovich 2004). Затем ученый переехал работать в Москву – его назначили заместителем заведующего лаборатории (1940–1971), а далее – отделом (1971–1980) в Почвенный институт им. В. В. Докучаева АН СССР. Одновременно он заведовал кафедрой почвоведения



С. С. Соболев (1904–1980)

в Московском лесотехническом институте (1949–1980).

В дальнейшем Сергей Соболев стал крупнейшим специалистом в области борьбы с эрозией почв, академиком ВАСХНИЛ (1964), автором почвенно-эрозионной карты Европейской части СССР, а также разработчиком методики бонитировки почв согласно их свойствам, которые коррелируют с урожайностью. Большое внимание уделялось им вопросам лесного почвоведения и облесения засушливых песков. С. С. Соболев – разработчик методики опытного дела на склоновых землях и зональных систем почвозащитных мероприятий.

В 1932 г. отдел почвоведения УкрНИИЛХА участвовал в крупной экспедиции, руководителем которой был Георгий Высоцкий. Перед исследователями стояла задача изучения проблемы облесения Нижнеднепровских песков. Это было первое правительственное задание, порученное первому лесному Институту в СССР. В работах этой экспедиции С. С. Соболев вел общее описание природных условий, а С. А. Скородумов и еще ряд сотрудников проводили их почвенное и гидрологическое обследование.

Кто руководил отделом почвоведения после С. Соболева и функционировал ли отдел все предвоенные годы – неизвестно. В опубликованных научных отчетах Института за 1938 и 1939 гг. (Nauchnyy otchet 1940) его работы не значатся.

К большому сожалению, творческое наследие А. С. Скородумова (1902–1982) сегодня вспоминают и цитируют только узкие специалисты. Хотя его вклад в теоретизацию, методологию отечественной эрозионной науки и морфолого-генетическое почвоведение не менее важен, чем его учителей: академика ВАСХНИЛ Г. М. Высоцкого (1865–1940) и профессора Г. Г. Махова (1886–1952).

А. Скородумов стоит у истоков становления Украинского НИИ сельскохозяйственной мелиорации (ныне – Институт водных проблем и мелиорации НААН) и Украинского НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. М. Высоцкого.

Не менее значительным является его вклад в практические основы почвозащитной системы с контурно-мелиоративной системой земледелия, приоритет которой закреплен за Украинским НИИ земледелия (ныне – ННЦ «Институт земледелия НААН»).



А. С. Скородумов (1902–1982)

Несмотря на такие признанные при жизни достижения, отдельные периоды его жизни и деятельности остаются до сегодня неизвестными.



Г. Г. Махов (1886–1952)

Родился А. С. Скородумов 23.03.1902 в Харькове в семье служащего местного паровозного завода. Среднее образование получил в Харьковской городской гимназии. Начиная с июня 1919 г. и до января 1921 г. работал счетоводом на паровозном заводе.

С октября 1920 г. по февраль 1925 г. – студент сельскохозяйственного отделения Харьковского сельскохозяйственного института им. Х. Раковского (ныне – Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева). Сфера научных интересов формируется под влиянием лекций и практических занятий профессоров А. Н. Соколовского, Г. Н. Высоцкого, Г. Г. Махова,

Д. Г. Виленского, Ю. В. Ланге, Д. А. Джовани, А. А. Янаты и др.

По окончании института получает квалификацию агронома-организатора. Непосредственно к научной работе приступил в 1924 г., согласно приглашению профессора Г. Г. Махова, химиком секции почвоведения Сельскохозяйственного научного комитета Украины НКЗ УССР (ныне – Национальная академия аграрных наук Украины).

Два года проводит химические анализы почв опытных станций республики. С апреля 1926 г. переходит на работу химиком-почвоведом в Харьковское научно-исследовательское дорожное бюро Главного управления шоссейных и грунтовых дорог и автотранспорта, а после его реорганизации – в Украинский научно-исследовательский институт – работает в нем научным сотрудником под руководством профессора С. М. Муравлянского.

С ноября 1927 г. по ноябрь 1928 г. проходит обязательную военную службу в качестве курсанта 67-го стрелкового полка в г. Чугуеве.

После окончания службы (выпущен в звании командира взвода запаса) возвращается в институт. Начинает публиковать результаты своих исследований по изучению почв дорог УССР. После решения СНК УССР от 23.12.1929 о создании Украинского НИИ сельскохозяйственной мелиорации по приглашению заместителя директора института по научной работе профессора Г. Г. Махова с апреля 1930 г. – научный сотрудник-почвовед отдела исследований. Принимает активное участие в разработке первой научной программы института, включая вопросы песчано-овражной и агрономических мелиораций. Часто при этом выступает в качестве ученого секретаря института. После перевода УНИИСХМ в декабре 1930 г. в Одессу переходит с января 1930 г. на работу в Украинский НИИ лесного хозяйства и агромелиорации на должность старшего научного сотрудника. По совместительству преподает в Харьковском институте механизации сельского хозяйства (1931–1932 гг.)

Основными работами, которые вел в эти годы Скородумов и другие сотрудники отдела борьбы с эрозией почв института, было обследование овражно-балочных систем в Черниговской и Сумской областях с целью выявления причин очень интенсивно идущих здесь эрозионных процессов и изыскания приемов их ослабления. В период этих обследований Скородумов разработал метод определения скорости эрозионных процессов по мощности лесной подстилки. Много времени А. С. Скородумов отдал изучению почв под дубравами и под лесными полосами в степи. В октябре 1933 г. его снова призывают в армию и до мая 1936 г. он – начальник химслужбы дорожно-строительного батальона ОКДВА на Дальнем Востоке, а с июня 1936 г. в звании инженера-капитана возглавляет отдел сельского хозяйства Тихоокеанского флота с местом дислокации в г. Владивостоке. После этого возвращается в УНИИЛХА и работает с июля 1937 г. по декабрь 1939 г. зав. отделом почвоведения и заместителем директора института по научной работе. В декабре 1939 г. его вновь мобилизуют на военную службу и назначают начальником штаба батальона связи ВВС Черноморского флота в г. Очаков. С началом Великой Отечественной войны он возглавил аэродромно-изыскательную партию ВВС Черноморского флота. Войну закончил в звании инженера-майора с двумя боевыми орденами и тремя медалями.

Наконец, после окончания войны, Александр Сергеевич полностью посвящает себя науке. Заведуя отделом почвоведения УкрНИИЛХА, он вскоре был вовлечен в очень активный период деятельности отечественных лесоводов, получивший название Сталинского плана преобразования природы 1948 года.

Известно, что уже на следующий, 1946, год после окончания войны разразилась тяжелая засуха. Разрушенная войной страна особенно тяжело перенесла это стихийное бедствие. И в это время появилось сообщение о том, что на Каменно-Степном опытном участке Особой экспедиции В. В. Докучаева (Воронежская обл.), где после тяжелейшей засухи 1891 г., от которой пострадали 20 губерний Европейской России, наши предшественники внедрили разработанный под руководством профессора Докучаева комплекс мероприятий по борьбе с засухой, сельскохозяйственные посевы практически не пострадали, и был собрал

удовлетворительный урожай всех высеянных там культур. Внедренный комплекс включал серию разнообразных мероприятий, но основным было создание системы защитных лесных полос вокруг сельскохозяйственных полей, которые и явились главной причиной, сохранившей урожаи от гибели на открытых полях.

По-видимому, об этом факте доложили И. В. Сталину. И вскоре началась разработка мер по созданию защитных лесных насаждений на территории засушливых областей всей Европейской части СССР. К разработке этого плана были привлечены все крупные лесные научно-исследовательские и учебные институты, и уже в 1948 г. был разработан и принят Правительством план широкомасштабных работ по созданию защитных лесных насаждений и ряду других мероприятий, на которые выделялись весьма значительные средства, особенно учитывая последствия недавно завершившейся войны. Такие средства на полезащитные работы в те годы могли быть выделены только по решению Сталина. Поэтому широкий размах полезащитных мероприятий справедливо назван «Сталинским планом преобразования природы». Широкое распространение получил плакат: склонившийся над картой ЕЧС с системой защитных полос вождь, а ниже надпись: «И засуху победим!».

После смерти Сталина в 1952 г. работы по незавершенному плану были отменены, а вместо них началась разработка мер по освоению целинных земель. Но за 3 года был проведен такой объем работ по улучшению природных условий, с которыми не идут в сравнение никакие другие работы ни у нас, ни за рубежом. Хотя это, конечно, не оправдывает в целом деятельности Сталина на его ответственном посту.

В Украине Планом 1948 г., помимо создания полезащитных полос на полях, было предусмотрено создание государственной защитной полосы Белгород – Дон и закрепление Нижнеднепровских песков. Все эти работы выполнялись с большим энтузиазмом и при очень тесном содружестве науки и производства.

Создание государственных защитных лесных полос было одной из главных задач, предусмотренных Планом 1948 г. Предполагалось, что широкие протяженные полосы, созданные перпендикулярно господствующим суховейным ветрам, существенно понизят их вредоносность.

В Украине предусматривалось создание наиболее западной полосы по берегам р. Северский Донец от города Белгород до впадения Донца в Дон. Ширина полосы по 30 м по обоим берегам Донца. Протяженность 700 км (Fedorenko 1958). Создание полосы было поручено специально созданной экспедиции «Леспроекта», находящейся в Харькове. Руководителем ее был назначен С. И. Федоренко, ставший в последующем (1957–1968 гг.) директором УкрНИИЛХА. Экспедиция провела огромный объем подготовительных работ – выбор трассы, детальное описание и почвенное обследование всех отведенных под госполосу земель.

При проведении этих работ сотрудников экспедиции консультировал ряд крупных специалистов. Среди них С. С. Соболев, П. С. Погребняк, Б. И. Логгинов, С. С. Пятницкий и др. Сотрудники УкрНИИЛХА принимали непосредственное участие в полевых работах и составлении проекта.

В связи с большой протяженностью полосы, пересекающей несколько природных зон – от Лесостепи до Сухой степи, – почвенный покров земель трассы полосы оказался очень сложным и разнообразным. При преобладании разных подтипов черноземов, очень широко представлен спектр песчаных почв боровых террас и почвы на выходах плотных пород – мелах, мергелях, сланцах. Поэтому, прежде чем разрабатывать вопросы подбора пород и агротехники создания насаждений, была проведена большая работа по оценке лесорастительных особенностей почвенного покрова лесотипологическим методом с использованием эдафической сетки Крюденера-Погребняка (Pogrebnyak 1931, 1955). Эту работу организовал и провел А. С. Скородумов. Каждый почвенный выдел получил определение типа лесорастительных условий (A_2, B_3 и др.). В связи с очень большим разнообразием почв и ответственным подходом к оценке их лесорастительного потенциала, в

пределах трассы госполосы был выявлен почти весь спектр типов местообитаний, представленных на эдафической сетке, что обеспечивало возможность правильного подбора пород. Это очень облегчило все последующие работы и повысило их качество. При последующем создании лесных культур определенные типы лесорастительных условий строго учитывались. Поэтому и в первые годы после посадки, и много позднее знакомившиеся с насаждениями госполосы обращали внимание на небольшой сосновый массив на высоком коренном берегу Сев. Донца среди посадок дуба, созданный на выходах третичных песков. Скородумов обобщил эти материалы в большой брошюре (Skorodumov 1949), опубликованной в 1949 г. в Москве. Госполоса вступила в строй осенью 1957 г.

Еще более масштабными были работы по закреплению и облесению Нижнеднепровских песков. Нижнеднепровский песчаный массив – очень сложный природный объект. До облесения бесконечные пыльные бури переносили огромные массы песка, засыпавшие соседние поселки. Люди вынуждены были покидать обжитые места.

В связи с началом этих работ в декабре 1950 г. в Киеве Академией наук Украины была проведена большая республиканская конференция, посвященная работам по степному лесоразведению. В ней участвовали представители научных, проектных и производственных организаций. На секции, посвященной закреплению и облесению песков, с большим докладом «Лесорастительные условия Нижнеднепровских песков» выступил А. С. Скородумов (Skorodumov 1952). Второй доклад, тоже от УкрНИИЛХА, сделал Б. Н. Гаврилов.

В УкрНИИЛХА занимались проблемой Нижнеднепровских песков с момента основания. В работах участвовали сотрудники многих отделов. К моменту внедрения плана 1948 г. один из учеников Г. Н. Высоцкого, его аспирант М. М. Дрюченко, разработал и апробировал новую агротехнику облесения песков. Она включает глубокую вспашку полосами, борьбу с вредителями, использование сосны обыкновенной в качестве главной породы, длительный уход за почвой и посадками. Напомним, что попытки посадки леса на Нижнеднепровских песках предпринимались неоднократно и всякий раз заканчивались неудачей. Разработанная Дрюченко агротехника коренным образом изменила ситуацию. Создаваемые по ней посадки имели высокую приживаемость и долговечность.

В работах на Нижнеднепровье участвовали и сотрудники отдела почвоведения. Н. Л. Терентьева, агрохимик по образованию, участвовала в разработке очень важной проблемы – выращивания местного посадочного материала, подбора для этого системы удобрений. Велась также разработка мер по борьбе с сорной растительностью. В результате очень эффективной работы производственных организаций и всемерной поддержки их лесной наукой за несколько лет было создано более 100 тыс. га насаждений сосны, что кардинально изменило природу данного региона. Однако в последние годы отмечается частичное усыхание вполне здоровых в прошлом древостоев. Это подтверждает данный Г. Н. Высоцким прогноз: для сплошного облесения песков в данной зоне влаги недостаточно.

В эти же годы Скородумов начал сложную и важную в тот период широкого развития полезащитного лесоразведения работу по изучению влияния лесных насаждений на почвы и климат засушливой степи, законченную многими годами позже подготовкой докторской диссертации. И в автореферате диссертации, и в двух опубликованных по этим материалам монографиях (Skorodumov 1959, 1964) Скородумов подчеркивает, что тему этих работ ему подсказал Г. Н. Высоцкий, «с которым он имел счастье на протяжении 10 последних лет жизни ученого вместе трудиться в УкрНИИЛХА».

Работы по данной теме выполнялись в период 1948–1953 гг. на Владимировской агролесомелиоративной опытной станции УкрНИИЛХА (Николаевская область), на территории которой имеются старые массивные и полосные лесные насаждения. На этом объекте Скородумовым и работавшим с ним в теме сотрудником полезащитного лесоразведения Я. А. Смалько выполнен огромный объем работ по изучению влияния искусственных лесных насаждений на почвы и климат в зоне засушливой степи.

Преобладающими почвами на территории опытной станции являются южные пылевато-глинистые черноземы на лессах. Скородумовым с небольшим коллективом помощников были детально изучены почвы и насаждения станции и те изменения, которые происходят в почвах и на прилегающих к ним полях при длительном произрастании на них лесных насаждений. А далее, в течение пяти лет, велось регулярное определение влажности почв под пологом насаждений. Эта трудоемкая работа выполнена на очень высоком профессиональном уровне. Результаты представлены в виде серии весьма выразительных хроноизоплет. Также профессионально проведены Я. А. Смалько наблюдения за влиянием посадок на ветровой режим и распределение снега на прилегающих полях. Основной вывод, который делает Скородумов на основании полученных материалов, – почвы под пологом насаждений становятся несколько богаче, но из-за засушливости климата в данной зоне целесообразно создавать только полосные насаждения.

Во всех своих работах А. Скородумов опирался на положение Георгия Высоцкого о том, что корни растений функционируют не только в почвах, но и в подпочвах, а потому изучать нужно почвогрунты.

Стоит отметить, что среди лесоводов мы встречали серьезно занимающихся изучением почв и даже сделавших их своей основной профессией. Но, как правило, в их работах по почвоведению просматривается определенный непрофессионализм. В этом отношении исследования Скородумова, агронома по образованию, выделяются очень глубоким пониманием всех основных процессов, происходящих в почвах, и соответствуют всем требованиям почвоведения. Неудивительно поэтому, что в 1963 г. он успешно защитил по результатам выполненных работ на биолого-почвенном факультете МГУ докторскую диссертацию и получил степень доктора биологических наук, а несколько позже – звание профессора.

Работая над этой темой, Скородумов несколько лет совмещал заведывание лабораторией почвоведения с должностью заместителя директора по научной работе УкрНИИЛХА. В это время в созданном в 1946 г. при Академии наук Украины в Киеве Институте леса, сложилась, к сожалению, по неизвестным нам причинам обстановка, в которой директор П. С. Погребняк и его заместитель Б. И. Логгинов не могли сработаться. Возможно это явилось причиной, по которой Скородумову в 1953 г. было предложено, по-видимому, Погребняком, занять место заместителя директора Института леса, и тот его принял. Приглашая Скородумова, Погребняк, видимо, считал его наиболее крупным административным работником в УкрНИИЛХА. С этого времени начинается киевский период научной деятельности Скородумова. В Институте леса он по полной программе продолжил работы на Владимировской станции, подключив к выполнению анализов почв, наряду с лабораторией почвоведения УкрНИИЛХА, и лабораторию Института леса. Кроме того, он удивительно быстро подготовил и опубликовал большую монографию «Почвы Черного леса» (Skorodumov 1954), в которой обобщил (по-видимому, больше никто за это не брался) результаты проводившихся там ряд лет работ по изучению почв. Среди главных результатов этих работ, полученных и опубликованных ранее, – количественная оценка разных гигротопов дубрав – сухих, свежих, влажных.

Однако административная работа Скородумова на посту заместителя директора не изменила ситуации в Институте, и в 1956 г. он был практически ликвидирован – присоединен вместе с сотрудниками и всем оборудованием к УкрНИИЛХА с переездом в Харьков. К сожалению, мы не знаем точно причин конфликта в Институте леса. Скорее всего, он был связан с внедрением в те годы низового способа посадки культур, предложенного Т. Д. Лысенко. Большинство лесоводов выступало против этого метода, а Погребняк его поддержал.

Нужно сказать, что несмотря на приоритетную роль П. С. Погребняка в создании украинской школы лесной типологии, в тематике созданного им Института леса отсутствуют новые лесотипологические разработки. Исключением являются лишь исследования

Д. Д. Лавриненко по взаимовлиянию дуба и ясеня в разных типах леса. Большой объем работ посвящен изучению корневых систем на разных почвах, особенностей микробиологических процессов, происходящих в почвах, агротехнике выращивания насаждений. Когда в 1954 г. Д. В. Воробьев защитил докторскую диссертацию и начал работать на кафедре агролесомелиорации Харьковского сельскохозяйственного института, ему сразу удалось организовать несколько крупных экспедиций по обследованию наиболее сложных в лесотипологическом отношении лесов горных регионов – Карпат, Крыма, Северного Кавказа. Это позволило существенно усовершенствовать методику полевых и камеральных работ. Одновременно он предложил ряд теоретических положений – систему лесотипологических таксонов, методы прогноза, аналоги оценки нарушенных земель.

Однако идея наиболее значительного достижения этого периода – создания климатической сетки, – как пишет Воробьев (Vorobyov 1953), принадлежит Погребняку. Хотя необходимость учета климата при проведении лесотипологических исследований убедительно выявилась из собранных Воробьевым материалов, характеризующих леса разных регионов Европейской части СССР, идею создания климатической сетки в координатах теплоты и континентальности климата выдвинул, как мы полагаем, именно после знакомства с материалами Воробьева, Погребняк.

Поскольку Воробьев создал климатическую сетку в координатах теплоты и влажности климата (Vorobyov 1961), Погребняк поручил создать сетку, как он предложил, в координатах теплоты и континентальности своему ближайшему ученику Д. Д. Лавриненко, что тот и сделал (Lavrinenko 1978). Мы недавно разработали новый вариант климатической сетки также в координатах теплоты и континентальности климата (Migunova 2015).

Говоря о П. С. Погребняке, приведем воспоминания Б. Ф. Остапенко (Ostapenko 2012) о рекогносцировочном знакомстве с лесами Карпат, организованном перед проведением их лесотипологического картирования. Несмотря на то, что в нем участвовали специалисты, хорошо знающие леса этого региона, душой группы был Погребняк, дававший на каждом посещаемом объекте развернутую характеристику типов леса. Можно было предположить, что он работал в этих лесах многие годы, между тем он видел их впервые. После присоединения Института леса в 1956 г. к УкрНИИЛХА, П. С. Погребняк работал в Институте и Секторе географии АН Украины, создал стройное учение об использовании принципов лесной типологии в ландшафтоведении.

А. С. Скородумов, как и большинство других сотрудников расформированного Института леса, не поехал за ним в Харьков. Из переехавших практически все вскоре вернулись обратно в Киев. Постоянно работали в Харькове лишь двое – Д. Д. Лавриненко – заведующим отделом лесных культур и А. К. Ковалевский – ученым секретарем. Скородумов перешел на должность заведующего лабораторией борьбы с эрозией почв Института земледелия УААН, в которой около 20 лет (1956–1973 гг.) проводил широкомасштабные исследования процессов эрозии почв и разработку мер борьбы с ними, выдвинувшись на положение одного из ведущих специалистов в этой области почвоведения и земледелия.

Напомним, что изучением процессов эрозии Скородумов начал заниматься еще в УкрНИИЛХА (Nauchnyy otchet 1940), но основные его работы здесь были посвящены изучению и оценке лесорастительных свойств почв. По результатам этих работ он должен быть назван одним из ведущих почвоведов лесного профиля. Специалисты так его и оценивали. Профессор МГУ Н. П. Ремезов и академик П. С. Погребняк именно ему отдали на просмотр свое руководство «Лесное почвоведение» (Remezov & Pogrebnyak 1965) и выразили ему во Введении книги благодарность за сделанные замечания. Однако в УкрНИИЛХА эта сторона его научной деятельности не получила никакой оценки. В двух сборниках по истории УкрНИИЛХА [UkrNDILGA. 75 rokiv 2005, UkrNDILGA – 85 rokiv 2015) его работы как почвоведа, в том числе заведующего отделом почвоведения, совершенно не отражены. Кстати, мы так и не знаем точно, в какие годы он им заведовал.

А 1945–1950-е годы были весьма активным и результативным периодом в истории этого отдела. Скородумов и его сотрудники принимали деятельное участие на различных этапах освоения Нижнеднепровских лесов и на землях госполосы Белгород – Дон, внеся существенный вклад в эти работы. А далее – весьма интересные исследования по влиянию лесных насаждений на почвы засушливой степи.

Но если имя Скородумова и выполнявшиеся отделом почвоведения под его руководством работы в очерках по истории УкрНИИЛХА даже не названы, то в них приводятся имена многих крупных и не очень крупных ученых, якобы трудившихся в отделе почвоведения Института. Среди них П. С. Погребняк, А. К. Ковалевский, А. И. Михович, М. М. Дрюченко, Е. И. Крот, В. Д. Гуцуляк, П. П. Похитон, А. И. Зражевский, К. Л. Холупяк, Н. К. Шикула, которые никогда в нем не работали.

Особо выделены работы по изучению микробиологических процессов в почвах. Эти исследования велись отделом – переехавшими из Киева сотрудниками Института леса – очень недолго. Вскоре сотрудники вернулись в Киев, а начатые работы остались незавершенными и необобщенными. Единственное, что сохранилось, – это название отдела, в котором несколько лет было указано: «отдел почвоведения и микробиологии». В течение многих лет продолжала исследования выпускница Харьковского университета – микробиолог И. И. Самойлова, но это были исследования уже совсем другого плана (Samoylova 1974). Недостаточно объективно охарактеризован и период, когда под влиянием Н. П. Ремезова и П. С. Погребняка отдел занимался исследованиями, получившими название «Изучение биокруговорота элементов в системе «лес – почва». В частности, никаких локальных биокруговоротов, о чем говорится как о главном достижении этого периода (UkrNDILGA. 75 rokiv 2005), установлено не было. Во всяком случае, ни в отчетах, ни в публикациях о них не упоминается. Об этом мы уже писали ранее (Migunova 2017).

Заметим, что и статьи по истории других отделов в опубликованных сборниках также недостаточно полные и объективные. В частности, ни в каком из очерков не нашла отражение та подлинно великая эпопея, которая сопровождала работы по облесению Нижнеднепровских песков, и то деятельное участие, которое принял в ней Институт. Это свидетельствует о недостаточном внимании к истории института, характерном для всех периодов его деятельности. А в истории Института были весьма поучительные события и сотрудники, создавшие крупные научные разработки, которые нужно помнить и почитать.

Так, практически полностью забытый Александр Сергеевич Скородумов оставил широкое научное наследие в целом ряде направлений лесного почвоведения. Он является автором более 180 печатных работ, в том числе шести монографий. И, кроме того, он еще и блестящий морской офицер, участник Великой Отечественной войны, награжденный орденами и медалями, отдавший служению на флоте 12 лет жизни.

Стоит также более подробно рассказать о сотрудниках, которые много лет работали в Институте, но как и Скородумов, защитили докторские диссертации по собранным в нем материалам, перейдя в другие организации. Среди них Г. Н. Редько (Ленинградский Лесной институт), И. В. Туркевич (ВНИИЛМ), А. П. Стадник (Институт агроэкологии УААН) и ряд других. О некоторых сотрудниках Института, вклад которых требует более основательного изложения, мы уже писали ранее (Migunova 2017).

Необходимо также отметить, что на протяжении всех лет существования Института его коллектив был почти нацело представлен выпускниками Харьковского сельскохозяйственного института им. В. В. Докучаева (ХСХИ). В период 1950–1970 гг. многие из сотрудников прошли аспирантуру и защитили кандидатские диссертации под руководством С. С. Пятницкого, бывшего долгие годы единственным в Харькове профессором лесоводства. Между последним закрытием Лесного факультета ХСХИ и его восстановлением уже в ХНАУ (1998) Институт пополнился в основном выпускниками Львовского лесотехнического института и биологами Харьковского университета.

Кто-то из великих сказал: кто не знает прошлого, у того нет будущего. Сказано очень жестко, но зерно истины в этом есть. Но, в целом, публикацию в последние годы сборников по истории института нужно всячески приветствовать. Будем надеяться, что в будущем, в преддверии 100-летнего юбилея УкрНИИЛХА, ситуация улучшится.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ – REFERENCES

Fedorenko, S. I. 1958. Gospolosa Belgorod – Don vstupila v stroy [State forest belt Belgorod – Don has come into service]. Kharkiv, URIFFM, 22 p. (in Russian).

Lavrinenko, D. D. 1978. Osnovy lesnoy ekologii [Fundamentals of forest ecology]. Kyiv, USKhA, 35 p. (in Russian).

Migunova, E. S. 2015. Lesotipologicheskaya klassifikatsionnaya sistema i puti ee sovershenstvovaniya [Forest-type classification system and ways to improve it]. Lisivnitstvo i ahrolisomelioratsiya [Forest and Forest Melioration], 127: 3–14 (in Russian).

Migunova, E. S. 2017. Iz istorii UkrNIILHA [From history of URIFFM]. In: Lesnaya tipologiya v Ukraine [Forest typology in Ukraine]. Kharkiv, Planeta-Print, p. 25–37 (in Russian).

Nauchnyy otchet za 1930 god. UkrNIILKhA. [Scientific report for year 1930. URIFFM]. 1940. Kharkiv, 228 p. (in Russian).

Ostapenko, B. F. 2012. Vekhi zhizni [Life landmarks]. Kharkiv, KhDAU, 155 p. (in Russian).

Pogrebnyak, P. S. 1931. Osnovy typolohichnoyi klasyfikatsiyi ta metodyka skladaty yiyi [Basics of typological classification and methodology on how to work it out]. Ser. nauk. vid. VNDILGA, 10: 180–189 (in Russian).

Pogrebnyak, P. S. 1955. Osnovy lesnoy tipologii [Fundamentals of forest typology]. [2nd ed.]. Kyiv, AN USSR, 456 p. (in Russian).

Remezov, N. P. and Pogrebnyak, P. S. 1965. Lesnoe pochvovedenie [Forest Soil Sciences]. Moscow, Lesnaya promyshlennost, 324 p. (in Russian).

Samoylova, I. I. 1974. Osobennosti krugovorota azota v razlichnykh tipakh lesorastitelnykh usloviy [Special aspects of nitrogen cycle in different forest site capacities]. Lesovodstvo i agrolesomelioratsiya, 36: 38–63 (in Russian).

Skorodumov, A. S. 1949. Gosudarstvennaya zashchitnaya lesnaya polosa Belgorod – Don (lesorastitelnye usloviya) [State protective forest belt Belgorod – Don (forest site capacities)]. Moscow; Leningrad, Goslesbumizdat, 28 p. (in Russian).

Skorodumov, A. S. 1952. Lesorastitelnye usloviya Nizhnedneprovskikh peskov [Forest site capacities of Oleshkovsky Sands]. In: Oblesenie peskov [Afforestation of sands]. Kyiv, AN USSR, p. 5–13 (in Russian).

Skorodumov, A. S. 1954. Pochvy Chernogo lesa [Soils of the Black Forest]. Kyiv, AN USSR, 84 p. (in Russian).

Skorodumov, O. S. 1959. Vpliv lisovikh nasadzhen na grunti Stepu [Influence of forest stands on soils in the Steppe]. Kyiv, AN USSR, 224 p. (in Ukrainian).

Skorodumov, A. S. 1964.Vliyanie lesnoy rastitelnosti na vodnyy rezhim pochv [Influence of forest vegetation on soil water regime]. Kyiv, Uroshay, 313 p. (in Russian).

UkrNDILGA. 75 rokiv [URRIFM. 75 years]. 2005. [Tkach, V. P., Meshkova, V. L. (Ed.)]. Kharkiv, 216 p. (in Ukrainian).

UkrNDILGA – 85 rokiv [URRIFM – 85 years]. 2015. [Tkach, V. P., Meshkova, V. L. (Ed.)]. Kharkiv, 220 p. (in Ukrainian).

Sobolev Sergey Stepanovich. 2004. In: Russian Academy of Agricultural Sciences. Biographical Encyclopaedia. Tula, Grif i K, p. 283 (in Russian).

Vorobyov, D. V. 1953. Tipy lesov evropeyskoy chasti SSSR [Types of forests in European part of the USSR]. Kyiv, Izd-vo AN USSR, 450 p. (in Russian).

Vorobyov, D. V. 1961. Lesotipologicheskaya klassifikatsiya klimatov. [Forest-type classification of climate]. Trudy Kharkovskogo SKhI [Works by Kharkiv Institute of Agricultural Sciences], 1961 – Vol. 30. 1972. – Vol. 169. (in Russian).

Vergunov V. A.[1], Migunova Ye. S.[2]

TO HISTORY OF LABORATORY OF FOREST SOIL SCIENCES AT URIFFM
A. S. SKORODUMOV, NAVAL OFFICER AND RESEARCHER

[1]*National Scientific Agricultural Library of NAAS*
[2]*Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky*

Early stages of the development of soil sciences at URIFFM are given in brief. The article contains materials on almost completely forgotten scientific activities of one of the greatest forest soil researchers Aleksandr S. Skorodumov who had worked in URIFFM for about 20 years. And then, for nearly the same period of time, he was involved in developing measures on land erosion control at the Educational and Scientific Centre the Institute of Agriculture of NAAS. Forest-type soil evaluation for several natural zones and studies on how artificial stands influence soils in arid steppes were among his works. The subject of his last research was southern blacksoils in former Volodymyrska

Agroforestry Experimental Station in URIFFM (Mykolayiv Region). Later on, when working at the Institute of Agriculture, he defended his Doctoral thesis in Moscow University in these areas and became Dr Hab in Biological Sciences. Then he obtained an academic rank of Prof. Dr. At that Skorodumov had served in the navy for 12 years. Some other facts given in the article show that there are no sufficient materials or objectivity in history of URIFFM.

K e y w o r d s : history of science, soils, climate, forest site capacity of soils, water regime.

Вєргунов В. А.[1], Мігунова О. С.[2]

ДО ІСТОРІЇ ЛАБОРАТОРИИ ЛІСОВОГО ҐРУНТОЗНАВСТВА УКРНДІЛГА
А. С. СКОРОДУМОВ, МОРСЬКИЙ ОФІЦЕР І ВЧЕНИЙ

[1]*Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН*
[2]*Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького*

Коротко охарактеризовано ранні етапи розвитку ґрунтознавства в УкрНДІЛГА. Наведено матеріали про практично повністю забуту наукову діяльність одного з великих лісових ґрунтознавців країни – Олександра Сергійовича Скородумова, який працював в УкрНДІЛГА близько 20 років. А потім, ще приблизно стільки ж років, займався розробленням заходів з боротьби з ерозією ґрунтів в ННЦ «Інститут землеробства НААН». Серед робіт лісового напряму Скородумова – лісотипологічне оцінювання ґрунтів ряду природних зон і вивчення впливу штучних лісових насаджень на ґрунти посушливого степу. Об’єктом останньої роботи були південні чорноземи колишньої Володимирівської АЛОС УкрНДІЛГА (Миколаївська область). Пізніше, вже в період роботи в Інституті землеробства, за цими напрямами в Московському університеті він захистив докторську дисертацію та отримав вчений ступінь доктора біологічних наук, а пізніше – звання професора. При цьому Скородумов віддав 12 років життя служінню у флоті. Наводиться ще низка фактів, які свідчать про недостатню повноту й об’єктивність наявних матеріалів з історії УкрНДІЛГА.

К л ю ч о в і с л о в а : історія науки, ґрунти, клімат, лісорослинні властивості ґрунтів, водний режим.

E-mail: migunova-e-s@yandex.ua

Одержано редколегією: 18.11.2019

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

Редколегія збірника «Лісівництво і агролісомеліорація» (Україна, 61024, Харків-24, Пушкінська, 86, УкрНДІЛГА) приймає до друку оригінальні статті, а також повідомлення та оглядові статті з лісівництва й лісознавства та суміжних галузей обсягом до 10 сторінок. Усі рукописи рецензують щонайменше два незалежні рецензенти. Редакційна колегія ухвалює остаточне рішення щодо можливості опублікування роботи. Редакція залишає за собою право вносити в текст необхідні зміни. Текст статті має відповідати загальним вимогам до написання наукових праць і бути відповідно структурованим (має містити такі розділи: **Вступ**, **Мета досліждення**, **Матеріали й методи**, **Результати та обговорення**, **Висновки**, **Посилання**, див. «Довідку для рецензента»). В тексті необхідно чітко сформулювати постановку завдання, мету досліджень, методику робіт, викласти результати і стислі висновки.

До редколегії подають електронний варіант статті, який слід надсилати на адресу:
Valentynameshkova@gmail.com або obolonik@uriffm.org.ua

Обов'язково вказують контактну адресу **(e-mail)** одного з авторів.

Текст набирати у текстовому редакторі Word, подавати у форматі *.doc або *.rtf. **Стилі не застосовувати.**

У лівому верхньому куті вказують УДК (10 pt). ІНІЦІАЛИ ТА ПРІЗВИЩЕ АВТОРІВ набирають великими буквами (12 pt, курсив), рівняють по центру. НАЗВУ СТАТТІ набирають великими літерами (12 pt, напівгрубий, рівняння по центру). Нижче вміщують (курсивом) *повну офіційну назву установи, де працюють автори*. Якщо автори працюють у різних установах, після кожного прізвища ставлять індекс, відповідно до якого розміщують назви установ. Анотацію українською мовою **(120–150 слів)** розміщують після назви установи, набирають шрифтом 10 pt, у кінці її вміщують ключові слова. Текст статті набирають шрифтом Times New Roman 12 pt, між рядками одинарний інтервал, розмір паперу А4, поля: верхнє – 2,1; нижнє – 2,1; ліве – 2; праве – 2 см, номери сторінок у файлі не ставити. Рівняння тексту – по ширині, абзацний відступ 0,8 см.

Таблиці й рисунки повинні мати загальні назви та єдину нумерацію, бажано розміщувати їх після першого згадування. Ілюстрації не повинні дублювати таблиці.

Таблиці й рисунки надавати **лише в у книжному форматі.**

Графіки й діаграми виконують засобами *Microsoft Excel*. Використовують **лише чорно-біле забарвлення та штрихування**. Назви рисунків набирають у тексті, а не на рисунку. Окремо додають файл *.xls для зручності редагування.

Скановані чорно-білі рисунки або фотографії подають у форматі *.jpg. На мікрофотографіях зазначають збільшення.

Назви рослин і тварин при першому згадуванні слід наводити латинською мовою курсивом.

Автоматичні посилання на джерела **заборонені.** У тексті посилаються на автора (-рів) і рік публікації (у круглих дужках). Прізвища авторів наводять у транслітерації латиницею або в англійському варіанті написання, наприклад (Meshkova et al. 2002).

ПОСИЛАННЯ вміщують після тексту статті. Джерела не нумерують, наводять за абеткою.

Назви джерел, написаних російською чи українською мовами, а також назви журналів (збірників), слід навести як транслітерацію, а потім у квадратних дужках [ ] – переклад на англійську мову, указати мову оригіналу (in Russian).

Зразки оформлення ПОСИЛАНЬ

Монографії:

Meshkova, V. L. 2009. Sezonnoye razvitiye khvoye listogryzushchikh nasekomykh [Seasonal development of the foliage browsing insects]. Kharkiv, Novoe slovo, 396 p. (in Russian).

Частина книги:

Davydenko, K. and Meshkova, V. 2017. The current situation concerning severity and causes of ash dieback in Ukraine caused by *Hymenoscyphus fraxineus*. In: Vasaitis, R. & Enderle, R. (Eds.). Dieback of European Ash (*Fraxinus* spp.): Consequences and Guidelines for Sustainable Management. Uppsala, p. 220–227.

Yeterevskaya, L. V., Donchenko, M. T., Lehtsier, L. V. 1984. Sistematika i klassifikatsiya tehnogennykh pochv [Systematics and classification of man-made soils]. In: Rasteniya i promyshlennaya sreda [Plants and idustrial environment]. Sverdlovsk, p. 14–21 (in Russian).

Без автора:

Tekushchiy prirost drevostoev i ego kameral'noe opredelenie [Current increment of forest stands and its desktop determining]. 1980. [Razin, G. S., Ed.]. Leningrad, LenNIILH, 46 p. (in Russian).

Статті у періодичних виданнях:

Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Shlonchak, H. A., Samoday, V. P. and Neyko, I. S. 2015. Rezul' taty vidboru plyusovykh derev sosny i duba v rivnynniy chastyni Ukrayiny ta v Krymu u 2010–2014 gg. [Results of pine and oak plus trees selection in the plains of Ukraine and in Crimea in 2010–2014.]. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration], 126: 139–147 (in Ukrainian).

Матеріали конференцій

Slobodyan, P. Ya. 2013. Klasyfikatsiya derev u lisostani dlya potreb lisozakhystu [Classification of trees in stands for forest protection needs]. In: Lisivnycha osvita i nauka: istoriya, suchasnyy stan ta perspektyvy rozvytku: materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf. [Forestry education and science: history, current state and development prospects: materials of the International Scientific and Practical Conference]. Kharkiv, KhNAU, p. 155–158 (in Ukrainian).

Дисертації

Sydorenko, S. G. 2017. Postpirohennyy rozvytok sosnyakiv Livoberezhnoho Lisostepu Ukrayiny [Postpyrogenic growth of Scots pine stands in the Left-bank Forest Steppe of Ukraine]. Diss. na zdobuttya. nauk. stupenya kand. s.-g. nauk [PhD dissertation]. Kharkiv, 191 p. (in Ukrainian).

Автореферати дисертацій

Bobrov, I. O., 2016. Poshyrenist' i shkidlyvist' sosnovoho pidkorovoho klopa u nasadzhennyakh Novhorod-Sivers' koho Polissya [Spread and injuriousness of pine bark bug in the stands of Novgorod-Siverske Polissya]. Avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. s.-h. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Kharkiv, 22 p. (in Ukrainian).

Методичні рекомендації

Metodychni rekomendatsiyi shchodo obstezhennya oseredkiv stovburovykh shkidnykiv lisu [Methodical recommendations on inspection of stem forest pests' foci], 2010. Meshkova, V. L. (Ed.). Kharkiv, URIFFM, 27 p. (in Ukrainian).

Стандарти:

Ploshchi probni lisovporyadni. Metod zakladannya. SOU 02.02-37-476:2006. [Forest inventory sample plots. Establishing method. Corporate standard 02.02-37-476:2006]. 2007. Valid from May 1, 2007. Kyiv, Minahropolityky Ukrayiny, 32 p. (in Ukrainian).

Електронні ресурси:

WeatherUnderground [Weather Forecast and Reports – Long Range and Local]. 2017. [Electronic resource]. The Weather Company, LLC. Available from: https://www.wunderground.com/history/airport/UKHH (last accessed date 08.11.2017).

Sanitarni pravyla v lisakh Ukrayiny [Sanitary Forests Regulations in Ukraine]. 2016. [Electronic resource]. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 26 zhovtnya 2016 r. No 756. Available from: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/555-95-п (last accessed date 08.11.2017) (in Ukrainian).

Анотацію англійською і російською мовами набирають за такими ж правилами, як і українською, але вміщують після «ПОСИЛАНЬ». Перед текстом анотації англійською й російською мовами (10 pt) вміщують прізвища та ініціали авторів, назву статті, назву установи, після тексту анотації – ключові слова.

Окремим файлом (формат **.doc, .rtf**) до статті необхідно подати **розширене резюме (SUMMARY) англійською мовою (загальна кількість знаків без пробілів 2700–3000)**. Резюме повинно бути відповідним чином структурованим, зокрема має містити такі структурні елементи: **Introduction, Materials and Methods, Results, Conclusions, Key words.** Таке резюме у паперовому варіанті друкуватися не буде, але є обов'язковим для розміщення на веб-сторінці видання.

Веб-сторінка збірника «Лісівництво і агролісомеліорація»: *http://forestry-forestmelioration.org.ua/*

ДОВІДКА РЕЦЕНЗЕНТА

Рецензент статей, які можуть бути надруковані у збірнику наукових праць «Лісівництво і агролісомеліорація», має звернути увагу на такі аспекти.

1. Назва статті – чи відображає зміст і мету статті, чи є достатньо унікальною (з уточненням регіону, лісорослинних умов тощо) і достатньо лаконічною.

2. Чи тема відповідає науковому профілю збірника?

3. Чи є тема актуальною, чи містить новизну та практичне значення?

4. Резюме – чи відповідає змісту та висновкам, чи достатнього обсягу (50–70 слів)?

5. Резюме англійською мовою, яке має розміщуватися на сайті, має містити 100–250 слів і бути структурованим: *Introduction. Materials and Methods. Results. Discussion. Conclusions.*

6. Ключові слова мають бути адекватні статті (до 5 слів чи словосполучень).

7. У Вступі має бути наведено стан питання, вказано, що не вивчено або вивчено недостатньо, які є суперечні дані. В кінці вступу має бути сформульована мета статті.

8. Матеріали й методи. Де, коли і як проведені дослідження. Які статистичні методи використано для аналізу одержаних даних.

9. Результати та обговорення. Чи результати дослідження вірно представлені? Чи коректно побудовані таблиці та графіки? Чи на всі таблиці та рисунки є посилання у тексті? Звернути увагу на точність округлення цифр у графіках і таблицях, на наявність пояснень символів у примітках. Чи наявний аналіз отриманих даних, порівняння з подібними публікаціями з інших регіонів? Дати можливі пропозиції за необхідності.

10. Чи висновки повно і вірно ілюструють результати дослідження, чи вони випливають із результатів? Чи наведено пропозиції для майбутніх досліджень?

11. Чи можуть або мають деякі частини статті бути скорочені, вилучені, розширені або перероблені? Чи є рекомендації з погляду стилю і мови?

12. Список літератури. Чи задовільні кількість літературних джерел і доцільність посилань? Чи оформлений список літератури за абеткою та згідно із сучасними вимогами, чи на всі джерела списку є посилання у тексті?

13. Рекомендації:

a. опублікувати без змін

b. може бути опублікована після незначних змін

c. може бути опублікована після значних змін

d. має бути відхилена

Додаткові думки, зауваження та рекомендації рецензента:

Підпис рецензента

З М І С Т

ЛІСІВНИЦТВО	
Ведмідь М. М., Жежкун А. М., Поляков О. К., Порохняч І. В., Погорєлов А. С. **Ріст дерев головних порід на ділянках реконструкції малоцінних молодняків коридорним способом** *Vedmid M. M., Zhezhkun A. N., Poliakov O. K., Porokhnyach I. V., Pohoryelov A. S.* **Growth of trees of main species in the plots of low-value young stands converted by the corridor felling**	3
Гармаш А. В. **Соснові деревостани лісостепу Харківщини: продуктивність і природне поновлення** *Garmash A. V.* **Pine stands of Forest-Steppe zone of Kharkiv Region: productivity and natural regeneration**	14
Приходько О. Б., Пастернак В. П., Яроцький В. Ю. **Стан, структура і продуктивність соснових лісів ДП «Лиманське ЛГ»** *Prikhodko O. B., Pasternak V. P., Yarotsky V. Yu.* **Condition, structure and productivity of pine forests of State Enterprise "Lymanske Forest Economy"**	24
Тарнопільська О. М., Лук'янець В. А., Кобець О. В., Луначевський Л. С., Румянцев М. Г. **Ріст, структура і стан насаджень, створених на зрубах уражених кореневою губкою соснових деревостанів** *Tarnopylska O. M., Luk'yanets V. A., Kobets O. V., Lunachevskyy L. S., Rumyantsev M. G.* **Growth, structure and condition of stands planted on clear-cuts after annosum-infected pine stands**	30
Ткач В. П., Висоцька Н. Ю., Кобець О. В. **Ріст і продуктивність порослевих осичників у свіжих і вологих грудах рівнинної частини України** *Tkach V. P., Vysotska N. Yu., Kobets O. V.* **Growth and productivity of coppice stands of the European aspen (*Populus tremula* L.) in fresh and moist fertile forest site types in plain part of Ukraine**	41
Ткач В. П., Румянцев М. Г., Кобець О. В., Лук'янець В. А. **Сучасний стан дубових насаджень Східного Полісся** *Tkach V. P., Rumiantsev M. H., Kobets O. V., Luk'yanets V. A.* **Current state of oak stands in eastern Polissya zone**	50
СЕЛЕКЦІЯ, ДЕНДРОЛОГІЯ	
Дишко В. А., Усцький І. М., Михайличенко О. А. **Особливості морфологічних і біометричних характеристик репродуктивних органів сосни звичайної різної стійкості в насадженнях, уражених кореневою губкою** *Dyshko V. A., Ustsky I. M., Mikhaylichenko A. A.* **Features of morphological and biometric characteristics of reproductive organs of Scots pine trees with different resistance in stands affected by *Heterobasidion annosum***	58
Терещенко Л. І., Лось С. А., Петренко М. І., Самодай В. П. **Продуктивність і стан насаджень сосни чорної австрійської (*Pinus nigra* var. *austriaca* Asch. et Gr.) у центральній та північно-східній частинах України** *Tereshchenko L. I., Los S. A., Petrenko M. I., Samoday V. P.* **Productivity and condition of Austrian pine (*Pinus nigra* var. *Austriaca* Asch. et Gr.) in central and north-eastern parts of Ukraine**	68
Шлончак Г. А., Шлончак Г. В., Базан Т. А. **Якість пилку та насіння інтродукованих видів сосни в умовах ДП «Київська ЛНДС»** *Shlonchak G. A., Shlonchak A. V., Bazan T. A.* **Pollen and seed quality of introduced pine species in Kyiv Forest Research Station**	79
ЛІСОВІДТВОРЕННЯ, АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ, ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ	
Висоцька Н. Ю., Зубов О. Р., Зубова Л. Г., Фомін В. І. **Стан захисних лісових смуг різного призначення в Олешківському районі Херсонської області** *Vysotska N. Yu., Zubov O. R., Zubova L. H., Fomin V. I.* **State of the protective forest belts of various purposes in the Oleshky district of Kherson Region**	85
Зубов О. Р., Зубова Л. Г., Глод О. І., Тимощук І. В., Ткаченко В. Є. **Оцінка кліматичних і ґрунтових умов заказника «Урочище "Саги"»** *Zubov O. R., Zubova L. H., Hlod O. I., Tymoshchuk I. V.,. Tkachenko V. Ye.* **Assessment of climatic and soil conditions in Sagi Wildlife Reserve**	98
Юрченко В. А. **Лісотипологічна структура насаджень ботанічного заказника загальнодержавного значення «Юницький»** *Yurchenko V. A.* **Forest typological structure of the stands in the Yunitsky National Botanical Reserve**	112
ЕКОЛОГІЯ І МОНІТОРИНГ	
Бідолах Д. І., Білоус А. М., Кузьович В. С. **Визначення параметрів горизонтальних проекцій крон дерев за матеріалами зйомки безпілотними літальними апаратами** *Bidolakh D. I., Bilous A. M., Kuziovych V. S.* **Determination of the horizontal projection parameters of tree crown by means of the UAV-survey materials**	123

Ворон В. П., Мельник Є. Є., Іванічева Є. В., Тимощук І. В., Ткач О. М. **Пірогенні зміни ґрунтів соснових насаджень** *Voron V. P., Melnyk Ye.Ye., Ivanicheva Ye. V., Timochuk I. V., Tkach O. M.* **Post-fire changes in soil of pine stands**	130
Коваль І. М., Воронін В .О. **Реакція радіального приросту *Pinus sylvestris* L. на зміну клімату в насадженнях Лівобережного Лісостепу** *Koval I. M., Voronin V. O.* **Response of *Pinus sylvestris* L. radial growth to climate change in stands in Left-Bank Forest-Steppe**	140
Сидоренко С. Г., Ворон В. П., Сидоренко С. В., Бологов О. М. **Основні показники вогнестійкості сосни звичайної в умовах Лівобережного Лісостепу** *Sydorenko S. H., Voron V. P., Sydorenko S. V., Bolohov O. M.* **Main indicators of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) fire resistance within Left-Bank Forest-Steppe**	149
Сидоренко С. Г., Любчич А. М. **Прогнозування постпірогенного відпаду в сосняках, пошкоджених літніми низовими пожежами, у Лівобережному Лісостепу України** *Sydorenko S. H., Liubchych A. M.* **Postfire tree mortality modelling for pine stands damaged by summer surface fires in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine**	157
ЗАХИСТ ЛІСУ	
Meshkova V. L., Borysova V. L. **Age structure of European ash (*Fraxinus excelsior* L.) forests in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine** *Мєшкова В. Л., Борисова В. Л.* **Вікова структура насаджень ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.) у Лівобережному Лісостепу України**	163
Андреєва О. Ю., Житова О. П., Мартинчук І. В., Власюк В. П., Стегняк В. Д. **Біотичні чинники ослаблення дубових насаджень Житомирської області** *Andreieva O. Yu. Zhytova O. P., Martynchuk I. V., Vlasiuk V. P., Stehniak V. D.* **Biotic causes of oak forests weakening in Zhytomyr Region**	174
Порохняч І. В. **Роль метеорологічних чинників у зменшенні продукції верхівкового короїда в соснових деревостанах Східного Полісся** *Porokhnyach I. V.* **Role of meteorological factors in reducing the production of *Ips acuminatus* Gyll. in pine stands of Eastern Polissya**	184
Соколова І. М. **Фенологічні особливості в'язового листоїда в зелених насадженнях Харкова** *Sokolova I. M.* **Phenological features of elm leaf beetle in vegetation of Kharkiv City**	193
ІСТОРІЯ	
Вергунов В. А., Мигунова Е. С. **К истории лаборатории лесного почвоведения УкрНИИЛХА. А. С. Скородумов, морской офицер и ученый** *Вєргунов В. А., Мігунова О. С.* **До історії лабораторії лісового ґрунтознавства УкрНДІЛГА. А. С. Скородумов, морський офіцер і вчений**	199
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ	209
ДОВІДКА РЕЦЕНЗЕНТА	211