

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МАЛИНСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ**



**ВІСНИК
МАЛИНСЬКОГО ФАХОВОГО КОЛЕДЖУ**

Випуск 1

Започатковано у 2022 році

**Малин
2022**

УДК 377. 36 (477. 42) (062. 552):630*

Вісник Малинського фахового коледжу: наукове видання. м. Малин, 2022, випуск 1. 253 с.

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

Рекомендовано до друку педагогічною радою МФК (*протокол № 1 від 13.08.2022 р.*).

Редакційна колегія:

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

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

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

Члени редакційної колегії:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Адреса редакції:

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

Тел.: 0964734078; Email: visnyk22mfk@gmail. com

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

© Малинський фаховий коледж

ЗМІСТ

Карпович М. С., Левченко В. Б., Шемет О. І., Фещенко В. П. Історичні аспекти формування Малинського фахового коледжу як науково-освітнього осередку зони Центрального Полісся Житомирської області.....	5
--	----------

СЕКЦІЯ І

Лісове та садово-паркове господарство, екологія

Tiabera A., Semashkene L. The contribution of Lithuanian forest for stabilizing the climate change.....	26
Буднік І. П., Печенюк Є. П., Федьович І. В., Піщіль А. О. Вплив структури агроландшафтів на потоки радіоактивних елементів з поверхневим стоком в Житомирському Поліссі.....	29
Вишневський А. В., Власюк В. П., Швець М. В., Турко В. М. Ураження насаджень сосни звичайної збудником кореневої губки у Житомирському Поліссі.....	37
Горновська С. В., Скиба Б. В., Панченко Т. В. Біологічні особливості розвитку, поширення та система захисту від яблуневої попелиці в умовах державного дендрологічного парку «Олександрія» НАН України.....	49
Гументик М. Я., Фучило Я. Д., Зацерковна Н. С., Гументик В. М. Продуктивність біомаси верби прутувидної (<i>S. viminalis</i> L.) для виробництва біопалива в умовах Центрального Лісостепу України.....	63
Іванюк І. Д., Фучило Я. Д., Скрипчук П. М., Якименко О. Г. Ріст і розвиток швидкоплідних форм горіха волоського селекції Л. С. Шугіна в північно-західній частині України.....	74
Кімейчук І. В., Кайдик О. Ю. Ріст, стан та успішність природного поновлення сосни звичайної на зрубках і під наметом насаджень у ДП «Добрянське лісове господарство».....	83
Климчук О. О. Порівняльна характеристика консортивних зв'язків птахів у соснових та дубових насадженнях Житомирщини в осінній період.....	96
Ковальчук Л. О., Венгель С. М., Вечірко О. П. Екологічні аспекти розмноження та інтродукції виду <i>Ginkgo biloba</i> L. в едатопах Малинського фахового коледжу.....	105
Коркуленко А. М. Розмноження видів та культиварів роду <i>Hydrangea</i> L. зеленими живцями.....	112
Кратюк О. Л., Кордиш В. О., Осипчук В. М. Зміна діелектричних показників сосни звичайної у постпірогенний період.....	123
Курка С. С., Шлапак В. П. Мікроклональне розмноження рослин <i>Styphnolobium Japonicum</i> (L.) Schott (<i>Sophora Japonica</i> L.).....	137
Ландін В. П., Іванюк І. Д., Орлов О. О., Соломко В. Л., Фещенко В. П., Захарчук В. А. Вплив лісових низових пожеж на видовий склад рослинних угруповань лісових екосистем Житомирського Полісся.....	145

Левченко В. Б., Карпович М. С., Ткаченко М. В. Патогенез <i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref. та моніторинг ситевої гнилі сосни звичайної в умовах Центрального Полісся України.....	158
Роїк М. В., Ганженко О. М., Фучило Я. Д. Розвиток біоенергетики в Україні та її вплив на декарбонізацію вітчизняної економіки.....	175
Румянцев М. Г., Кобець О. В., Ющик В. С. Природне відновлення дубових насаджень в північно-східній частині Лівобережного Лісостепу.....	187
Сидоренко С. Г., Корсовецький В. О., Яворовський П. П., Гуржій Р. В., Сидоренко С. В. Формування комплексів наземних горючих матеріалів у соснових лісах байрачного степу України.....	199
Сопушинський І. М., Кополовець Я. М., Касадо-Санч М. М., Торес Р. А. Висотно-екологічні особливості зниження стійкості дерев ялиці білої до хвороб і шкідників.....	210
Масальський В. П., Олешко О. Г. Досвід використання представників роду <i>Malus</i> Mill. в озелененні м. Біла Церква	220

СЕКЦІЯ II

ІНЖЕНЕРІЯ, ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ

Дев'ятко О. С., Яценко Ю. С. Можливості моделювання виробництва якісної техніки, роль стандартизації та сертифікації.....	232
Онищенко В. Б., Барановський В. М., Деняченко М. І. Дослідження процесу роботи та параметрів експериментального фрезерного культиватора КВФ-4,0 при обробці міжрядь молодих лісових насаджень.....	238
Лойко С. В., Матвієнко А. П. Теоретичні засади формування збалансованої моделі земельних відносин.....	243

М. С. Карпович¹, В. Б. Левченко¹, В. П. Фещенко¹, О. І. Шемет¹

¹Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирської області, Україна

ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ МАЛИНСЬКОГО ФАХОВОГО КОЛЕДЖУ ЯК НАУКОВО-ОСВІТЯНСЬКОГО ОСЕРЕДКУ ЗОНИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОЛІССЯ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Розкрито історичний, культурний та духовний зміст формування древлянського етносу на території Житомирської області. Проаналізовані основні історичні чинники, що дали змогу сформувати передумови для створення сучасного закладу фахової передвищої освіти на території Малинської громади. Встановлено, що Малинський фаховий коледж є історичним, освітнім, науковим та соціальним центром формування майбутніх фахівців не лише лісового господарства, а й інших галузей економіки. Доведено, що Житомирщина в історичному та культурному аспекті, за освітнім, науковим, соціальним, етнічним потенціалом є досить перспективною у формуванні та розвитку освіти, науки, культури. Проаналізовано основні історичні віхи становлення, формування, розвитку та перспективи Малинського фахового коледжу в контексті історичної сучасності. Розкрито історичні етапи життя, діяльності, творчих здобутків керівників і викладачів, а також випускників освітнього закладу. Акцентовано увагу на здобутках випускників Малинського фахового коледжу, а також проаналізовано їх внесок у розвиток лісової та інших галузей економіки. Наведено перспективи подальшого історичного розвитку Малинського фахового коледжу з огляду на сучасні реалії в контексті реформування лісогосподарської галузі та сталого розвитку держави. Розкрито аспекти підготовки висококваліфікованих фахівців не лише лісового господарства, а також соціальні аспекти їх формування, становлення, підготовки та адаптації до реальних умов виробничої лісогосподарської діяльності. Висвітлено науковий, навчальний, історико-культурний, виховний, соціально-економічний потенціал Малинського фахового коледжу як освітнянського та наукового осередку сучасної Житомирської області. Окреслено основні перспективи подальшого розвитку закладу фахової передвищої освіти, а також виклики сьогодення, що значним чином впливають на підготовку фахівців.

Ключові слова: Малин; Древлянська земля; коледж; історія; розвиток; сьогодення; перспективи.

¹Карпович Марина Сергіївна, канд. с.-г. наук, Малинський фаховий коледж.

E-mail: marinakarpovich1990@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-4159-5499>;

¹Левченко Валерій Борисович, канд. с.-г. наук, доцент, Малинський фаховий коледж.

E-mail: waleriy07@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-3638-1015>;

¹Шемет Олена Іванівна, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист, Малинський фаховий коледж.

E-mail: mk.mltk1927@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1244-1407>;

¹Фещенко Валентина Петрівна, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист, Малинський фаховий коледж.

E-mail: vpf2103@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-3866-9557>.

Вступ. В історичному аспекті територія Малинщини відома з давніх-давен. Близькість її до столиці древлянської землі міста Іскоростеня, а також наявність сухопутного шляху до Києва через Радомишль, а також по Тетереву до Дніпра, сприяли утворенню древніх поселень на березі річки Ірша. Одним з таких поселень був Малин. Історики-науковці вважають, що Малин був заснований князем Малом, який правив в Іскоростені до 945 р. Це місто на пагорбах Ірші спочатку іменувалось Малове городище (під такою назвою існує сучасне урочище Городище), а пізніше – Малином. Малове городище було досить добре укріпленим фортифікаційним пунктом на сході древлянської землі, та мало важливе оборонне значення. У 1136 р. Малин та землі біля нього були подаровані київським князем Ярополком II Десятинній церкві.

Територія, на якій утворилося місто Малин, була досить заселеною. Річка Ірша зі своїми притоками Тростяницею, Різнею, Візнею з давніх-давен були відомі залізодобувними промислами. Селища, де колись виплавляли чавун з болотних руд, одержали назву *рудні*: Рудня, Рудня Ялцівська, Рудня Городищанська, Рудня Вороб'ївська.

Примітивні майстерні, де варили скло, називалися *гутами*. Від них походять такі назви сіл Малинщини: Гута Логанівська, Нова Гута, Стара Гута та інші.

Для виробництва заліза, скла, чавуну була потрібна велика кількість деревного вугілля, що на ті часи випалювалось у великих напівпідземних печах – *будах*. З цим промислом пов'язані назви населених пунктів Буда-Вороб'ї, Буда-Голубієвичі та інші.

Для виготовлення чавуну будували спеціальні печі – *гамарні*. До наших днів на місцях колишніх гамарень зберігається багато жужелиці від переробленої залізної руди. Саме з цим пов'язано утворення поблизу Малина вздовж річки Ірша хутора Гамарня. З давніх-давен тут жили наші пращури – працьовиті, волелюбні люди.

В кінці XIX століття хутір Гамарня та прилеглі землі придбала у графині Щербатової мати відомого вченого, антрополога, етнографа, мандрівника Миколи Миколайовича Миклухо-Маклая. Згодом сюди на проживання переселився брат Миколи Миколайовича – Михайло Миколайович.

За переказами місцевих жителів, хто особисто знав Михайла Миколайовича та Катерину Семенівну, вони були інтелігентними, розумними, доброзичливими і чуйними людьми, завжди готовими прийти на допомогу.

Родина Миклухо-Маклаїв підняла з руїн та розвинула занедбану місцевість, дала поштовх подіям, які відбувалися пізніш. Адже саме в їхньому маєтку в 1931 р. розмістився Малинський лісотехнічний технікум.

Матеріали і методи дослідження. У ході хронологічних досліджень використовувались матеріалу обласного архіву, залучались історичні документи, дописи, архівні матеріали музейних експозицій Малинського фахового коледжу. Для проведення історичної оцінки вагомого внеску Малинського фахового коледжу у підготовку фахівців лісового господарства Житомирщини, були використані звітні матеріали Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства. Для детального аналізу, вивчення та розкриття історичного підґрунтя й засад формування освітянського, наукового, соціального базису в контексті саме міста Малин, були використані матеріали місцевої бібліотеки, обласної наукової бібліотеки, Центрального державного історичного архіву, матеріали обласного краєзнавчого та літературного музеїв. Історичний пошук для встановлення, аналізу та визначення історичної достовірності фактів здійснювався за загальноприйнятими методиками.

Результати дослідження. У 20-ті роки ХХ століття наша країна була виснажена низкою воєнних конфліктів і відчувала гостру потребу у кваліфікованих спеціалістах, у тому числі і для лісової галузі. Підготовку фахівців для лісового господарства на території України здійснювали лісові школи. Починаючи з 1925 року розпочалася робота з організації нових лісових професійних шкіл, особливо це стосувалося лісистих територій українського Полісся.

У 1926 році виникло питання про організацію лісової профшколи в Коростенському окрузі, одному з найбільш лісистих на Україні. Весною 1927 року Волинське губернське управління звернулося до Ради народних комісарів Української РСР із клопотанням про відкриття школи для підготовки фахівців із вирощування, догляду та захисту лісу. Такий дозвіл було отримано.

Із архівних документів: *«За ініціативи Всеукраїнського управління лісами та Окрвиконкому в 1927 в Коростенській окрузі було засновано лісову професійну школу в с. Білокоровичі, що має своїм завданням підготовку лісових робітників, в яких відчувається гостра потреба як в Коростенській окрузі, так і в суміжних округах Полісся».*

Влітку 1927 року було повідомлено про перший набір до Білокоровицької однорічної лісової школи. Відповідне оголошення було опубліковано в окружній газеті «Радянська Волинь». Для вступу до школи необхідно було надати наступні документи: свідоцтва про закінчення 7-річки, про соціальний стан, рік народження та стан здоров'я. Вступники повинні були мати вік від 16 до 19 років.

Школа розмістилася в одній із кімнат канцелярії Білокоровицького лісництва, розташованого на околиці с. Білокоровичі (нині – територія Коростенського району Житомирської області). Приміщення лісництва у минулому було поміщицьким маєтком.

Під гуртожиток та їдальню школи був переобладнаний будинок лісничого. У цьому ж році, було прийнято рішення про збільшення терміну навчання з одного до трьох років. На той час школа ще не мала директора та не була укомплектована викладачами. Усіма справами опікувався помічник головного лісничого Костянтин Йосипович Ковалевський, який мав вищу лісівничу освіту, закінчив Петербурзьку лісову академію. Перший прийом до школи проводила приймальна комісія під головуванням голови окружного виконкому.

На 25 планових місць до лісової школи було подано 150 заяв. Спеціальна комісія відібрала 80 претендентів, які відповідали «класовим» вимогам. Вони були допущені до 4 вступних іспитів, які складали в кінці серпня. Після іспитів до школи зарахували 25 учнів-стипендіатів та 5 «вільних слухачів», які офіційно не були учнями, але мали право відвідувати заняття і в будь-який час замінити тих, хто вибуде зі школи. Стипендія складала 6 карбованців на місяць. Гроші учням на руки не видавали, а за них школа організовувала триразове харчування. Учні-стипендіати жили в гуртожитку, а вільні слухачі винаймали житло.

1 жовтня 1927 року розпочалися заняття. Штатних викладачів на той час не було, лекції читали спеціалісти лісництва. Лише в другому семестрі, на посаду викладача ботаніки і хімії була призначена Поліна Федорівна Бобровник, випускниця Київського державного університету. На початку 1928 року завідувачим школою був призначений *Бем Володимир Максиміліанович*. Весною 1928 року розпочалися практичні заняття зі створення розсадника, садіння лісу, з геодезії та інші.

Влітку 1928 року було проведено новий набір учнів, зараховано 25 стипендіатів і декілька вільних слухачів. Із архівних документів: *«На даному етапі працює вже два курси школи, на яких навчається 71 учень, переважно з наймитів і бідняків, 11 з яких мешкають в інших округах, що досить яскраво підносить значення школи. Розпочато будівництво навчального приміщення за технічним кошторисом, загальна вартість приміщення складає до 44000 крб.»*

До початку 1929/30 навчального року було збудовано навчальне приміщення і три курси школи розпочали заняття в нових класах. Всі учні були забезпечені житлом. При школі було створено власне підсобне господарство, завдяки якому покращилось харчування учнів.

На початку 1929 року відбулися зміни в територіальному устрої країни: ліквідували округи, на їх місці утворили райони, а Білоріччя влилися до складу Олевського району. Не минули зміни і лісове господарство та лісову професійну школу. Школа перейшла у підпорядкування органів народної освіти. Її першим директором було призначено інспектора окружного відділу народної освіти *Кучера Зіновія Савича*, який пропрацював на цій посаді до 1937 року, зарекомендувавши себе енергійним, талановитим керівником. Розпочалося

будівництво гуртожитку, конюшні, складів та інших приміщень. Учні професійної школи брали активну участь у житті села Білокоровичі та Олевського району: проводили культурно-просвітницьку діяльність, пов'язану з ліквідацією неграмотності; надавали допомогу в організації колгоспів.

Восьмого травня 1930 року відбувся перший випуск спеціалістів лісової професійної школи. Йому передувала випускна перевірка, в ході якої заходили до аудиторії по троє учнів і відповідали без підготовки на питання екзаменаторів, починаючи зі спецкурсу і закінчуючи політикою. Кваліфікаційна комісія складалася з 12 осіб у складі директора ліспромгоспу, представників педколективу, райкому партії та райвиконкому. Дипломних проектів і державних екзаменів у сучасному розумінні на той час не було. Випускники школи (26 осіб) отримали кваліфікацію «технік лісового господарства». Їм були вручені свідоцтва про закінчення лісової професійної школи. Не закінчили школу чотири учні. Одного з них залишили на рік на повторне навчання, двом іншим, які не пройшли випускну перевірку, видали довідки про те, що вони «прослухали курс лекцій» і відправили на рік у лісництва для стажування з правом повторного проходження випускної перевірки через рік. Одного було відраховано зі школи, як сина розкуркуленого.

У 1930 році було проведено четвертий (останній) прийом у лісову профшколу. В 1930-1931 навчальному році відбулося реформування школи. На її базі утворили Ліспромгоспуч, в якому було введено двоступеневе навчання:

- кваліфікованих робітників на базі 4-річної освіти з терміном навчання 2 роки;
- молодшого технічного персоналу на базі 7-річної освіти з терміном навчання 3 роки.

У травні 1931 року відбувся другий випуск лісової школи, невдовзі після якого надійшов наказ про перетворення Ліспромгоспучу в Білокоровицький лісовий технікум із підпорядкуванням його тресту «Україналіс». Прийом у 1931 році вже проводився до технікуму.

В жовтні 1931 року, в зв'язку з будівництвом укріпленої прикордонної зони «Лінія Сталіна», технікум було переведено на хутір Гамарня, поблизу Малина, в колишній маєток Михайла Миклухо-Маклая, брата відомого вченого, мандрівника, етнографа Миколи Миклухо-Маклая. Із Білокорович у 10 військових вагонах у тижневий термін було перевезено все майно технікуму, в тому числі й будівлі.

Від залізничної станції «Малин» перевозити довгі колоди через населений пункт було незручно, а тому спеціально для цього на залізниці в найближчій до Гамарні точці було терміново обладнано додаткові залізничні колії з розвантажувальним майданчиком. Сучасна назва платформи – «Пиріжківський».

Все майно було перевезено вчасно і 15 листопада 1931 року навчальний заклад відновив заняття. На той час технікум нараховував біля ста учнів з трьох навчальних груп, одна з яких – випускна, 25 викладачів та обслуговуючого персоналу. Спеціалістів готували за однією спеціальністю – «Лісове господарство».

В цей час технікум, разом із Малинським лісництвом, розміщеним на хуторі Гамарня, входив до складу Малинського навчально-виробничого лісокомбінату. Матеріальна база була бідною і складалася з навчального корпусу, розміщеного в маєтку Михайла Миклухо-Маклая, гуртожитку, перевезеного з Білоторович разом з іншими господарськими приміщеннями. Навчальною базою для практичного навчання слугували об'єкти Малинського лісгоспу.

Поступово набір до технікуму збільшувався, навчально-матеріальна база покращувалася. Силами учнів зводилися навчальні та житлові приміщення, створювалися підсобне господарство та ставки.

У 1932 році вже у Малинському технікумі відбувся перший випуск техніків-лісоводів. У 1934 році до складу Малинського лісотехнікуму влились Красноутірська та Остерська лісові школи Чернігівської області.

Із спогадів учня того часу Олексія Олександровича Лінника:

«Поступив у технікум в 1933 році, рік був тяжкий, країна переживала неврожай і голод. Харчування здійснювалося за спеціальними талонами. На талон студент у день отримував лише 200 гр. хліба і варену їжу, якої не достатньо, щоб бути ситим... Учні допомагали один одному, чим могли: ділились продуктами харчування, одягом тощо.

Завдяки діям директора технікуму Кучера З. С. жоден учень не помер з голоду і не залишив технікум. Він врятував всіх нас і працівників від голодної смерті... Директор не роздавав народного добра, хоча щодня приїжджало керівництво з вимогою, щось кудись дати. На той час руками викладачів, службовців та студентів у технікумі була створена навчально-виробнича база, він мав власне підсобне господарство, ставки з рибою».

У 1937 році Кучера З. С., як «ворога народу», заарештували, подальша доля його невідома. Малинський лісотехнікум у складі навчально-виробничого лісокомбінату пробув до 1937 року. У 1937 році лісокомбінат було розформовано, і технікум став самостійним навчальним закладом «Малинський лісотехнічний технікум». Від 1937 до 1941 року Малинський лісотехнікум підпорядковувався Наркомлісу СРСР. Щорічний контингент технікуму налічував 230-280 учнів. Протягом 1937-1939 років у технікумі змінилися декілька директорів, прізвища яких встановити не вдалося.

У 1939 році навчальний заклад очолив *Дубровець Микола Пилипович*, який пропрацював директором до початку Великої Вітчизняної війни. До цього він працював слюсарем на Малинській паперовій фабриці. Пізніше в числі «двадцятип'ятитисячників» був направлений в колгосп села Головки для проведення колективізації. За короткий час вивів колгосп у передові, за що був нагороджений орденом «Знак Пошани». Через деякий час переведений на роботу до Малинського райкому партії, а трохи згодом очолив технікум, який на той час залишався без директора та провідних фахівців.

З початком Другої світової війни діяльність технікуму припинилась. У ході тяжких боїв, що точилися на Малинщині в 1941 та 1943 роках, територія технікуму опинилася в епіцентрі активних бойових дій, в результаті яких навчально-матеріальна база була практично знищена. Навчальний корпус технікуму був спочатку перетворений німцями на конюшню, а пізніше спалений. Ті будівлі, які уціліли, були напівзруйновані, без вікон та дверей, ні навчального, ні побутового оснащення майже не залишилося, документація діяльності технікуму довоєнного періоду була знищена.

Викладачі та учні технікуму призовного віку пішли на фронт та в партизанські загони захищати рідну землю. Всього з війни не повернулося 18 працівників технікуму та значна частина його учнів, серед яких Олександр Пилипчук, Сергій Арцемович, Вадим Кондратьєв, Павло Лобунець, Михайло Гринштедт та багато інших, зокрема випускник технікуму, лейтенант-артилерист Орел загинув, звільняючи свій рідний технікум.

Після визволення Малинщини від німецьких загарбників розпочалася відбудова технікуму. Його штат поповнювався новими викладачами, службовцями та робітниками. У лютому 1944 року на посаду директора технікуму було призначено *Димнича Оксентія Пантелеймоновича*, який виконував обов'язки директора до середини травня 1944 р., а пізніше займав посаду заступника директора з господарської частини.

У квітні 1944 року у технікумі розпочалися відновлювальні роботи. Під аудиторії був відведений нижній поверх будівлі гуртожитку, перевезеного із Білокорович. Із фронту поверталися викладачі та учні технікуму. Із бойовими нагородами повернулися з війни і тривалий час працювали на різних посадах ветерани Другої світової війни: Балясников Олексій Іванович, гвардії капітан, льотчик-винищувач, Герой Радянського Союзу; Корнійчук Анатолій Федосійович, гвардії-старшина роти, зв'язківець; Портянко Георгій Аполінарійович, старший сержант, розвідник; Іщенко Василь Михайлович, рядовий, мотоцикліст-розвідник; Уткін Олександр Олександрович, старшина, начальник радіостанції; Сидоренко Микола Сидорович, рядовий, водій автополку; Форостяний Андрій Федорович, сержант; Кондратенко Григорій

Михайлович, сержант, артилерист; Кушнір Володимир Пилипович, рядовий, зв'язківець. Вони внесли вагомий вклад щодо формування у молодого покоління високої патріотичної свідомості, любові до Вітчизни, готовності захищати її свободу та інтереси.

У травні 1944 року директором технікуму призначили фронтовика, майора *Кушпильова Миколу Оверковича*. З 1 жовтня 1944 року заняття відновилися. Навчання проводилось на двох відділеннях: лісозаготівель та транспортування. До занять приступили 426 учнів. У листопаді 1944 р. Кушпильова М. О. було переведено на іншу роботу, а технікум очолив до осені 1946 року учасник війни *Петров Іван Петрович*.

Поновлення роботи технікуму відбувалося в надзвичайно складних умовах. Іваненко Микола Іванович, студент 1945-1948 рр., згадував, що *«це був важкий час, харчування мізерне та ще й карткова система. Гуртожитків не вистачало і в кімнатах споруджували двох'ярусні дерев'яні нари, застиляли їх соломкою, а зверху накривали, хто чим міг. Кожен сам майстрував якусь лампу, добував керосин. Вікна років два були забиті фанерою... Писали на газетах саморобним чорнилом. Меблів не було ніяких, прийшлося організовувати виготовлення силами студентів примітивних столів і лав до них»*.

Зі спогадів Корнійчука Анатолія Феодосійовича дізнаємося про те, що *«дисципліна і порядок в технікумі в цей час були на високому рівні. За цим особливо слідкували військові керівники Клименко А., пізніше – Воропаєв А. Г. та Ринкевич М. В. Приклад у навчанні та поведінці показували студенти-фронтовики, офіцери запасу Мякутко Іван, Артющенко Ігнат, Рібіко Володимир, Мартиненко Іван, Головненко Петро, Пудовський Анатолій та інші.*

В організації побуту студентів велика заслуга заступника директора з господарських питань Димніча А. П., коменданта Костюченка Г. Д., завгоспа Лахна Г. О.».

Незважаючи на всі труднощі, технікум жив своїм повнокровним життям: проводилися заняття, упорядковувалася територія, ремонтувалися зруйновані навчальні корпуси, розпочалося будівництво житла барачного типу для викладачів та працівників закладу. Перший післявоєнний прийом був здійснений за двома спеціальностями: «Технологія лісозаготівель» і «Сухопутний транспорт лісу».

У 1946 році на посаду директора технікуму повернувся Дубровець Микола Пилипович. В цьому році силами викладачів та студентів на р. Ірша було споруджено гідроелектростанцію потужністю 25 кіловат, яка була другою в районі за потужністю після електростанції паперової фабрики. Це дало можливість електрифікувати технікум та хутір Гамарня. Керував роботою ГЕС

Вольвах Леонід Олександрович, а найбільш дисципліновані і відповідальні студенти залучалися до чергування на станції.

Матеріально-технічна база технікуму складалась із двох старих автомашин ЗІС-5 і ГАЗ-АА, пилорами і старого напіврозібраного трактора ЧТЗС-80. Пилорама давала будівельний матеріал, в якому була велика потреба, а машини використовувались і як транспорт, і як навчальна база. Трактор використовувався лише в навчальних цілях.

У цей час, відповідно до Постанови Ради Міністрів СРСР від 03.09.1948 р., № 332, будується база для проходження практичного навчання, під яку було виділено 1395 га лісу неподалік села Омелянівка Малинського району. Крім того, там же було побудоване підсобне господарство, де утримувалися понад півсотні голів великої рогатої худоби, близько 40 свиней, 11 коней, пасіка тощо. Хутір, де розташовувалася база, називався Будище. Там збудували навчально-лабораторний корпус, гуртожиток, підсобні приміщення, декілька будинків для викладачів та персоналу. Від ранньої весни і до осінніх холодів, починаючи з 1948 і до 1971 року, студенти жили, навчалися і трудилися в Будищах.

З 1948 року в технікумі відкривається заочне відділення.

До 1950 року матеріальна база закладу значно розширилася: запрацювала вузькоколійна залізниця, було придбано 2 трельовальні трактори, пересувну дизель-електростанцію, вантажні автомобілі, два деревообробні верстати: круглопилний та шпалорізний. У 1950 році було виготовлено проектно-кошторисну документацію на спорудження нового навчального корпусу. Студенти надавали допомогу місцевим колгоспам. Активно проводилася культурно-масова робота: функціонували драматичні, хорові та музичні гуртки. Кращі групи виїжджали з концертами в навколишні села.

З 1951 по 1954 рік навчальний заклад очолював *Романов І. В.*, фронтовик, кавалер багатьох бойових нагород. У цей період технікуму було передано 4000 гектарів лісових масивів і організовано навчально-виробничий лісгосп. Підготовка фахівців у цей час велась за спеціальностями «Лісозаготівля» та «Будівництво і експлуатація лісовозних доріг».

Із спогадів Кушніра Володимира Пилиповича, учня технікуму 1948-1952 років, викладача технікуму з 1965 по 1991 рік: *«У період мого навчання матеріальна база навчального закладу ще була достатньо бідною. У 1951 році технікум отримав трактора КТ-12, який працював на дровах. Навчальний корпус отоплювався також дровами, що заготовлялися силами студентів. За це студенти отримували невеличку платню. Після завершення навчання більшість моїх однокурсників були направлені на роботу далеко за межі України. Особисто я отримав направлення в трест «Алтайліс» на посаду майстра лісозаготівель. На той час всі провідні фахівці в цьому тресті були*

випускниками Малинського лісотехнічного технікуму. Наш навчальний заклад мав там, далеко в Росії, дуже хорошу репутацію. Працівники лісової галузі між собою жартома називали його «Малинською академією».

Романов І. В. за короткий час сформував злагоджений педагогічний колектив. На зміну кадрам, які не відповідали вимогам часу, він залучив до педагогічної роботи кваліфікованих викладачів – випускників вишів: Піонтковського М., Піонтковську Є., Вирозуба І. О., Котляр К. Р., Поляка С., Коношевич І. Л. Портянка Г. А., Пилипенко Н. В. та інших.

В цей період виконана значна робота по вдосконаленню навчально-матеріальної бази та покращенню побутових умов студентів. Зокрема, в 1953 році було розпочато будівництво нового навчального корпусу та гуртожитку. Всі споруди, крім будинку, що колись належав родині Маклаїв, на той час були дерев'яними.

Протягом своєї історії технікум профілю не міняв, але в окремі роки вводились одні спеціальності, інші закривалися. Так, у 1952 році в технікумі було відкрито спеціальність «Промислове та цивільне будівництво». За цією спеціальністю відбулося три випуски, всього підготовлено 302 фахівці.

У 1954 році навчальний заклад очолив *Корнійчук Анатолій Федосійович*. У цей час ведуться масштабні роботи по розбудові навчального закладу та житлового фонду. Деякий занепад у діяльності технікуму був пов'язаний з його підпорядкуванням у 1957 році Раднаргоспу УРСР. Зменшилося фінансування технікуму, за три роки контингент скоротився з 1100 до 450 учнів.

У 1958 році було введено в експлуатацію новий двоповерховий навчальний корпус. У цьому ж році, відкрито спеціальність «Устаткування лісозаготівельних підприємств і лісового господарства», відновлено спеціальність «Лісове господарство». У 1960 році здійснюється монтаж дизельної електростанції, будуються зовнішня сітка каналізації, дві артезіанські свердловини (робоча та резервна), насосна станція та інші об'єкти.

У 1962 році, коли на правому березі р. Ірша розпочалося розширення паперової фабрики, технікум тимчасово відкрив такі спеціальності: «Технологія целюлозно-паперового виробництва»; «Обладнання целюлозно-паперового виробництва»; «Лісохімічне виробництво». За роки існування цих спеціальностей освіту здобуло 383, 305 та 93 фахівці відповідно. Переважна більшість спеціалістів Малинської паперової фабрики 60-90-х років – випускники Малинського лісотехнічного технікуму.

У 1965 році технікум було повернуто у сферу управління Міністерства лісового господарства України, що відкрило нові можливості для його розвитку. У 1968 році директором технікуму призначено *Савіна Івана Петровича*. За період з 1968 по 1973 рік було закінчено будівництво їдальні (нинішній клуб

«Юність»), збудовано чотириповерховий гуртожиток, продовжилось будівництво житла, розпочато створення музею Природи.

З 1973 по 1975 рік колектив технікуму очолював Чирва Іван Калістратович, а з 1975 по 1985 рік – *Філіпович Ростислав Миколайович*, який до цього працював заступником директора з навчальної роботи. Внесок Філіповича Р. М. у розбудову навчального закладу надзвичайно вагомий. Під його керівництвом добудовано корпус № 2 та гуртожиток, спортивний комплекс, зведені гаражі, теплиця, житлові будинки, здійснено упорядкування та асфальтування території, побудовано дитячий садок. На території Гамарні проведено каналізаційну мережу та побудовано насосну станцію.

У 1985 році навчальний заклад очолив *Тищенко Василь Гаврилович*, агроном за освітою, людина з великим досвідом роботи в органах державного управління. Під його керівництвом продовжувався інтенсивний розвиток матеріальної бази технікуму та інфраструктури Гамарні. Зокрема, побудовано 16 та 8-квартирний будинки, завершено будівництво асфальтованої дороги з Малина до технікуму.

У зв'язку з розширенням виробничих потужностей паперової фабрики та збільшенням потреб у питній воді, на річці Ірша було створено водосховище площею 805 га, яке входить до складу ландшафтного заказника місцевого значення «Гамарня», із загальною площею природно-заповідного фонду 1131 га. Впродовж 1985-1991 років у технікумі розпочинається будівництво їдальні, побудована котельня на вугіллі. У 1986 році запрацював історико-краєзнавчий музей природи і побуту Полісся, в ньому було відкрито музейну експозицію, присвячена Миколі Миклухо-Маклаю.

У 1992 році технікум очолив кандидат с.-г. наук *Фесюк Анатолій Володимирович*. За його ініціативи та з безпосередньою участю в технікумі відкрито нову спеціальність «Бухгалтерський облік», завершено будівництво 16-ти квартирної будинку та їдальні на 250 місць, розпочато будівництво гуртожитку блочного типу для студентів та викладачів. У 1992 році було створено хорівий колектив «Щедроспів» з репертуаром української народної та авторської пісні. У 1996 році колективу присвоєно звання «Народний хор».

Із грудня 1997 по лютий 1999 року технікум очолював *Борук Валерій Іванович*, який до цього був керівником Коростишівського лісомисливського господарства. За його керівництва розпочалася інтенсивна реконструкція та приведення до сучасного естетичного вигляду гуртожитків, навчальних корпусів, велися роботи з озеленення території, до Гамарні підведено природний газ.

З квітня 1999 року колектив очолив *Дзюбенко Микола Миколайович*, який до цього обіймав посаду заступника директора з навчальної роботи. З березня

2000 року навчальний заклад юридично входив до навчально-виробничого комплексу «Малинський держлісгосп-технікум», директором якого був Сав'юк Михайло Михайлович, а заступником – Дзюбенко М. М. У статусі НВК технікум був до 2022 року, коли, відповідно до наказу Держкомлісгоспу України від 15.11.2005 р. № 482 Малинський лісотехнічний технікум був реорганізований у коледж. Директором коледжу до липня 2010 року був Дзюбенко М. М. Впродовж 1999-2010 років було газифіковано котельню навчального закладу. У коледжі відкрито спеціальність – «Технологія деревообробки», почав діяти консультативний пункт Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Із липня 2010 по листопад 2011 року коледж очолював *Дзюбенко Олександр Миколайович*. За цей період був розпочатий ремонт гуртожитків, оснащена тренажерна зала.

З листопада 2011 року Малинський лісотехнічний коледж очолює доктор сільськогосподарських наук, доцент, Відмінник лісового господарства України Заслужений лісівник України *Іванюк Ігор Дмитрович*, під його керівництвом коледж почав докорінно змінюватися як освітньому процесі так матеріальному оснащенні навчальної бази. В 2015 році колективом Малинського лісотехнічного коледжу було створено Історико-краєзнавчий меморіальний музейний комплекс Малинського лісотехнічного коледжу. Керівником музейного комплексу є викладач коледжу Олександр Віталійович Лось. Основний вид діяльності музейного комплексу – збереження для майбутніх поколінь пам'яток культури та побуту поліщуків, вивчення історії родини Миклух на території Малинщини; залучення студентів до поглибленого вивчення багатой природи Поліського краю; проведення профорієнтаційної роботи з метою вибору майбутньої професії; виховання студентів у дусі національних традицій України; формування у відвідувачів і студентів почуття патріотизму та екологічної культури, розвивати інтерес до пошукової діяльності. Завдяки постійній невтомній пошуковій діяльності Олександра Віталійовича, історико-краєзнавчий меморіальний музейний комплекс постійно оновлюється та поповнюється новими експонатами. Із 2018 року музейний комплекс увійшов у 15 відомих історико-краєзнавчих музеїв Житомирщини.

До 2012 року коледж мав галузеве підпорядкування, а із січня 2012 р. Він був переданий до сфери управління Міністерства освіти і науки України. Наказом Міністерства освіти і науки від 16.04.2020 р. № 527 Малинського лісотехнічного коледжу перейменовано у Малинський фаховий коледж.

Нині коледж здійснює освітню діяльність за освітньо-професійними ступенем фахового молодшого бакалавра із спеціальностей: *205 Лісове господарство* (ОПП «Лісове господарство»), ОПП «Лісозаготівля та первинна

обробка деревини», ОПП «Мисливське господарство»); 206 Садово-паркове господарство (ОПП «Зелене будівництво і садово-паркове господарство»); 208 Агроінженерія (ОПП «Експлуатація та ремонт обладнання лісового комплексу»); 071 Облік і оподаткування (ОПП «Бухгалтерський облік»); 193 Геодезія та землеустрій (ОПП «Землевпорядкування»); 187 Деревообробні та меблеві технології (ОПП «Деревообробні та меблеві технології»).

Також коледж здійснює освітню діяльність за першим (бакалаврським) рівня вищої освіти зі спеціальності 205 Лісове господарство.

Крім здобуття фахової освіти, студенти денної форми навчання здобувають робітничі професії: 6141 Лісник, 6141 Лісоруб, 6113 Озеленювач, 7233 Слюсар-ремонтник, 4121 Офісний службовець (бухгалтерія), 7423 Верстатник деревообробних верстатів, 4112 Оператор комп'ютерного набору, 8322 Водій автотранспортних засобів (категорія «В»), 8322 Водій автотранспортних засобів (категорія «С»).

Здійснюється первинна професійна підготовка за ОКР «кваліфікований робітник» професій: 6141 Лісник, 6141 Лісоруб, 4121 Офісний службовець (бухгалтерія).

На виконання статутних вимог коледж проводить також освітню діяльність за рівнем повної загальної середньої освіти.

У структурі Малинського фахового коледжу функціонує 3 відділення. Контингент студентів на кінець 2021 року становить 1319 осіб при ліцензованому обсязі 650 осіб, із них: 614 осіб – на денній формі здобуття освіти, з яких 491 – навчаються за державним замовленням, 123 – на контрактній основі; 705 осіб навчаються на заочній формі здобуття освіти, із них за державним замовленням – 82, за контрактом – 623.

Освітня діяльність у коледжі проводиться на кафедрі Лісівництва та захисту лісу і 6 циклових комісіях.

Педагогічну, науково-педагогічну діяльність у коледжі здійснюють 78 осіб, з них 64 особи – штатні викладачі, 9 – викладачів-сумісники, з яких всі мають науковий ступінь та вчені звання, зокрема: докторів наук – 5 осіб (із них 3 штатні); кандидатів наук – 12 осіб (із них 6 штатні); викладачів-методистів – 15; старших викладачів – 8; спеціалістів вищої категорії – 46; Відмінників освіти України – 10; Заслужений працівник освіти України – 1; Заслужений лісівник України – 1. Науково-дослідну роботу проводять 13 співробітників коледжу, із них пошукачами наукових ступенів є 2 особи, аспірантами – 2 особи.

На сьогодні коледж має угоди про співробітництво з Національним лісотехнічним університетом України (м. Львів), Поліським національним університетом (м. Житомир), Науково-навчальним інститутом лісового та садово-паркового господарства Національного університету біоресурсів і

природокористування України (м. Київ) та Білоцерківським національним аграрним університетом (м. Біла Церква). У рамках угод були розроблені навчальні плани, які дозволяють реалізувати ступеневу систему здобуття освіти за спорідненими спеціальностями.

На базі освітнього закладу функціонує міжкафедральна навчальна лабораторія Національного університету біоресурсів і природокористування України, де випускники коледжу мають змогу продовжити навчання заочною та заочною формами навчання і здобути ступінь бакалавра за спеціальностями «Лісове господарство», «Деревообробні та меблеві технології», «Садово-паркове господарство».

Коледж активно проводить роботу із розвитку міжнародної співпраці. Наразі заклад вищої освіти активно співпрацює з освітніми закладами Республіки Польща та Литовської Республіки. Також Малинський фаховий коледж продовжує працювати над розширенням кордонів вже налагодженої співпраці із закордонними навчальними закладами, що включає в комплексну програму не лише відповідну освітню діяльність з питань організації розробки спільних методик навчання, засобів діагностики набутих знань, а й спільного використання наявних баз для проведення практичного навчання студентів. Укладені договори дають можливість як здійснювати обмін студентів для проходження практики, так і використовувати досвід зарубіжних колег у навчально-виховній роботі.

Тісні навчально-виробничі відносини коледж підтримує з лісовими та лісомисливськими господарствами Держлісагентства, дочірніми підприємствами ЖОКАП «Житомироблагроліс» та деревообробними підприємствами області, а саме: Малинською меблевою фабрикою; ТОВ «МОСТ-МАЛИН»; Коростенським заводом МДФ; Українською холдинговою лісопильною компанією, м. Коростень; підприємством «Меблева фабрика МІРТ», м. Новоград-Волинський; ТОВ «ВІВАД 09», смт. Романів; ТОВ «ФОРЕСТ ТЕХНОЛОДЖІ», с. Українка, Коростенський район та інші.

Працюючи на виробництві під час проходження навчання та практик, студенти та учні в реальних виробничих умовах набувають практичні навички зі спеціальності, ознайомлюються з новими технологіями лісовирощування, захисту лісів та лісокористування, виготовлення сучасних меблевих виробів, деревообробних технологій, що є елементами дуальної та дистанційної форм здобуття освіти.

Значно розширилися зв'язки коледжу з всесвітньовідомими відомими трендами мотоінструменту як STIHL та Husqvarna. У результаті співпраці матеріальна база коледжу поповнилася макетами деревообробного обладнання: сокира-колун Husqvarna S1600; 1,6 кг; 60 см, захват грейферний Husqvarna;

20 см, бензопила Husqvarna 365, бензопила Husqvarna 545 II, акумуляторна пила Husqvarna 120i KIT, травокосарка Husqvarna 531RS T35+Multi 275-4 (1"), культиватор Husqvarna TF 230 тощо.

Придбана та встановлена в навчально-виробничій деревообробній лабораторії сучасна стрічкова пилорама Wood-Mizer серії LT15 POWER, а також багатопильний деревообробний верстат «СМ - 150» з комплектом пил.

Під час занять, викладачі використовують ресурси, що розміщені в електронній бібліотеці коледжу, на навчальній платформі коледжу ICloud, інших доступних платформах (Coursera, Microsoft Teams, EdEra, 3P Learning), на різноманітних сайтах мережі Інтернет. Активно використовуються сервіси системи Google (Google-диск, Slides, Forms, Classroom), інші доступні ресурси мережі Інтернет (Inspiration – програма, що допомагає візуалізувати навчальний процес; Plickers – мобільний додаток, що «зчитує» спеціальні картки з відповідями студентів за лічені секунди та виводить статистику на екран телефону викладача; TurnItIn – інструмент для перевірки роботи студентів на наявність неправильного цитування та плагіату і інші).

Для комунікації зі студентами, проведення відео занять та консультацій використовуються системи Viber, Skype, Zoom, Meet, Webex Meetings, електронна пошта, соціальні мережі та телефонний зв'язок.

Під час підготовки та проведення навчальних занять, контролю знань студентів, організації самостійної роботи учасниками освітнього процесу використовуються сервіси системи Google (Google Drive, Google Docs, Google Class, Google Translate, AutoCad.2010, Autodesk, Gmail, Google Maps, YouTube).

Значна увага викладачів в коледжі приділяється науковій роботі. При кафедрі Лісівництва та захисту лісу діють постійні студентські наукові гуртки, колектив кафедри є виконавцем науково-дослідної тематики «Лісопатологічний і пірологічний стан лісових та лісоаграрних ландшафтів Центрального Полісся в контексті змін клімату в умовах радіоактивного забруднення ґрунтів», номер державної реєстрації 0121U113273. Науково-педагогічні і педагогічні працівники мають змогу проводити наукові дослідження і публікувати їх результати як у фахових виданнях нашої держави, так і у виданнях, що входять до низки міжнародних наукометричних баз світу, таких як: Crossref, (США), CORE (Великобританія), Bielefeld Academic Search Engine (BASE) (Німеччина), ResearchBib (Японія), WorldCat (США), Scientific Indexing Services (США), Citefactor (Канада), Google Scholar (Search), Scopus, Copernikus. Web of Science. Науково-педагогічні та педагогічні працівники коледжу є авторами наукових статей у таких всесвітньовідомих наукових журналах EURAF «Two landmark agroforestry events in Ukraine», «Innovative Solutions in modern science», «Paradigm of Knowledge», Науково-періодичний журнал «Научный взгляд в будущее»,

Scientific developments of Ukraine and Eu in the area of natural sciences, Сільськогосподарська мікробіологія. За ініціативною тематикою були продовжені наукові дослідження, що стосуються стійкості та продуктивності лісових насаджень в умовах техногенезу Житомирського Полісся, на дочірніх підприємствах ЖОКАП та в Древлянському природному заповіднику та НДР: «Обґрунтування моніторингу та вивчення екологічного стану колишніх сільськогосподарських угідь, що перейшли до заповідних територій природного заповідника «Древлянський»» і «Обґрунтування моніторингу, визначення та вивчення екологічно цінних трофотопів лісових екосистем природного заповідника «Древлянський»».

З метою координації діяльності учасників освітнього процесу і зацікавлених сторін, спрямованої на удосконалення якості підготовки фахівців, у коледжі функціонує Рада стейкхолдерів, діяльність якої регламентована «Положенням про стейкхолдерів освітніх програм».

Знаковими подіями у науково-методичній роботі колективу стало проведення на базі коледжу Міжнародного симпозіуму в рамках програми «Освіта без кордонів» за участю делегацій освітян із Грузії та Казахстану, а також Міжнародної науково-практичної конференції на тему: «Лісівнича освіта і наука: стан, проблеми та перспективи розвитку». Зокрема, в науково-практичній конференції взяли участь представники 16 закладів вищої освіти, наукових установ лісівничого спрямування України, а також науковці Литви, Білорусі, Казахстану та Туреччини.

У листопаді 2019 року, за ініціативи Малинського лісотехнічного коледжу, вперше проведені урочистості, присвячені 200-річчю з дня народження фундатора степового лісорозведення В. Є. фон Граффа, в рамках яких проведена Всеукраїнська науково-практична конференція на тему «Лісовирощування: історична та інноваційна діяльність у галузі лісового господарства», в якій взяли участь більше 100 учасників із різних регіонів нашої країни. Одним із важливих заходів цього дня стало відкриття експозиції в аудиторії лісових культур та лісомеліорації ім. В. Є. фон Граффа.

Стає доброю традицією, в сучасному житті коледжу, проведення Всеукраїнських конференцій, а з 2019 року Міжнародних: науково-теоретична конференція «Родина Миклухо-Маклаїв у історичному, культурно-освітньому та духовному просторі Малинщини» (2015р.); Всеукраїнська науково-практична конференція «Лісівнича освіта і наука: історія, сучасний стан та перспективи розвитку» (2016-2018 р.р.); Міжнародні науково-практичні конференції «Лісівнича освіта і наука: історія, сучасний стан та перспективи розвитку» (2019- 2022 рр.), в роботі яких взяли участь представники 26 закладів вищої освіти, наукових установ лісівничого спрямування України, а також науковці

США, Франції, Канади, Польщі, Литви, Казахстану та Туреччини; круглий стіл «Гуманістичні ідеї М. М. Миклухо-Маклая – актуальність у сучасних умовах» (2016 р.); Міжнародна науково-теоретична конференція «Соціокультурні світи. Прекрасне як чинник виховання» (2019 р.); Всеукраїнська науково-практична конференція «Лісовирощування: історична та інноваційна діяльність у галузі лісового господарства» до 200-річчя з дня народження В. Є. фон Граффа (2019 р.).

Починаючи з 2017 року Малинський фаховий коледж бере участь у роботі Міжнародних та Всеукраїнських виставок на яких отримав: золоту медаль у номінації «Інноваційний розвиток освіти та сучасні педагогічні технології» (6- 8 квітня 2017 р., Міжнародна виставка «Освіта та кар'єра – 2017»). Диплом за презентацію досягнень і інноваційних пошуків у реформуванні національної сфери освіти та науки (15-17 березня 2018 р., IX Міжнародна виставка «Сучасні заклади освіти – 2018»); бронзову медаль у номінації «Упровадження сучасних засобів навчання, проектів, програм і технологій для вдосконалення та підвищення ефективності освітнього процесу» (15-17 березня 2018 р., дев'ята Міжнародна виставка «Сучасні заклади освіти – 2018»); диплом за активну участь і презентацію інноваційних технологій навчання (23-25 жовтня 2018 р., X Міжнародна виставка «Інноватика в сучасній освіті»); срібну медаль у номінації «Інноваційне освітнє середовище: нові виклики та сучасні рішення» (23-25 жовтня 2018 р., X Міжнародна виставка «Інноватика в сучасній освіті»); золоту медаль у номінації «Розвиток студентського самоврядування у вищому навчальному закладі» (15-17 листопада 2018 р., Міжнародна виставка «Освіта та кар'єра – День студента 2018»); срібна медаль у номінації «Спеціалізація особистості в умовах сучасних викликів» (14-16 березня 2019 р., X Міжнародна виставка «Сучасні заклади освіти 2019»); почесне звання «Лідер професійно-технічної освіти України» (6-8 квітня 2017 р., Міжнародна виставка «Освіта та кар'єра – 2017»); почесне звання «Лідер вищої освіти України» (15-17 листопада 2018 р., Міжнародна виставка «Освіта та кар'єра – День студента 2018»); Національний проєкт «Педагогічний Олімп України» – відзнака «Лідер освіти України»; У 2019/20 навчальному році коледж був учасником X та XI Міжнародних виставок «Інноватика в сучасній освіті», Міжнародної спеціалізованої виставки «Освіта та кар'єра – 2019», X та XI Міжнародних виставках «Сучасні заклади освіти – 2019», на яких представив свої напрацювання з питань організації освітнього процесу, навчально-методичної та виховної роботи. За підсумками виставкових конкурсів здобув золоту медаль у конкурсі з номінації «Компетентнісний підхід в освітній діяльності вищої школи» та удостоєний почесного звання «Лідер вищої освіти України»; срібну медаль у конкурсі з номінації «Інноваційне освітнє середовище: нові виклики та

сучасні рішення»; срібну медаль у конкурсі з номінації «Соціалізація особистості в умовах сучасних викликів». Національний проєкт «Педагогічний Олімп України» – відзнака «Лідер освіти України». У 2020/21 році коледж приймав участь: у Міжнародній спеціалізованій виставці «Освіта та кар'єра – 2021», отримана Золота медаль у номінації «Розвиток студентської науково-дослідної роботи» (викладач Олександр Лось, робота на тему: «Культурно-освітня і виховна діяльність історико-краєзнавчого меморіального музейного комплексу Малинського лісотехнічного коледжу»); XIII Міжнародна виставка «Інноватика в сучасній освіті – 2021 року», Золота медаль у номінації «Упровадження в освітню діяльність інноваційних проєктів, моделей, систем, технологій, методик, що спрямовані на підвищення якості освіти» (викладач Олександра Карпенко, робота на тему: «Інновації в упровадженні сучасних прийомів при формуванні методичного забезпечення з дисципліни «Комп'ютерні технології проектування садово-паркових об'єктів в умовах викликів сьогодення»); Всеукраїнський конкурс професійної майстерності «Педагогічний Оскар – 2021» – I місце за підсумками фінального туру в номінації «Позааудиторна (гурткова) робота» (викладач Валентина Феценко, сучасний електронний навчально-методичний комплекс «Позааудиторна робота з англійської мови за професійним спрямуванням»); Конкурс на кращий вебсайт серед закладів фахової передвищої освіти «Educational website 2020» – перемога в номінації «Кращий контент для студента» (адміністратор сайту – Віталіна Сахнюк, редактор – Вікторія Сахнюк).

У травні 2019 р. команда коледжу в складі 3-х студентів брала участь у національному відборі Міжнародного конкурсу «Молодь в лісах Європи», що проводився Державним агентством лісових ресурсів за підтримки Товариства лісівників України, де зайняла II місце.

Студенти коледжу стали переможцями II етапу Всеукраїнських спортивно-масових змагань професійного спрямування «Forestry quest» серед коледжів лісового спрямування України, який проходив на базі НУБіП України.

Щорічно педагогічні працівники разом зі студентами беруть участь у Всеукраїнській акції «Майбутнє лісу в твоїх руках», що сприяє привернення уваги громадськості до відновлення деревостанів, популяризації фаху лісівника та формує у студентів коледжу екологічний спосіб мислення та раціонального використання природних ресурсів України.

У 2019 році на базі дослідного поля було закладено ділянку із 17 сортів тополі у кількості 1320 шт. Також створені плантаційні культури сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), ялини європейської (*Picea abies* K.) та модрина європейської (*Larix decidua* M.).

У навчальній теплиці проведено укорінення живців для вирощування саджанців вічнозелених рослин із закритою кореневою системою, в кількості

4800 шт. З відкритою кореневою системою у закритому ґрунті дорощуються 150 шт. живцевих саджанців троянд та 100 шт. верби козяча (*Salix caprea* 'Pendula'). На площі 36 м² висіяне насіння катальпи бігнієподібної (*Catalpa bignonioides* Walt.). Висаджено у горщики 200 шт. сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), для формування бонсаїв. На дорощуванні знаходиться 280 сіянців спіреї японської (*Spiraea japonica* L.).

У шкільках вирощуються 360 шт. однорічних саджанців самшиту вічнозеленого (*Buxus sempervirens* L.) та 900 шт. другого року зростання. У відкритому ґрунті посівного відділення проведено осіннє висівання горіха грецького (*Juglans regia* L.) та ліщини ведмежої (*Corylus colurna* L.).

Студенти коледжу використовують на практиці комп'ютерні програми з проектування та конструювання меблів (Програма Астра Конструктор Меблів), а також під час виконання землепроектувальних робіт (програмний комплекс AutoCAD-2010, Autodesk), які застосовуються на виробництві.

З метою формування стійкої громадянської позиції серед студентської молоді. Студенти коледжу щороку беруть активну участь у благодійних акціях, та волонтерському русі. Волонтерський рух у нашому коледжі – один з провідних видів діяльності студентського колективу. Щорічно нашими волонтерами надається допомога учасникам ООС, дитячим будинкам та школі-інтернату

Свої здібності студенти розвивають у гуртках художньої самодіяльності: хореографічному, вокальному, хоровому. Активно працює творча студентська студія «МІХ». Зокрема, одним з найкращих їх досягнень в поточному році стало створення відеофільмів: «Малинський лісотехнічний коледж – сучасний заклад освіти», «В. Є. фон Графф - фундатор степового лісорозведення».

В травні 2015 року за сприянням Гальченка С. А., заступника директора з наукової діяльності Інституту літератури ім. Т. Г. Шевченка НАН України, кандидата філологічних наук, Заслуженого працівника культури України в коледжі було відкрито Шевченківську світлицю.

У квітні 2016 року коледж увійшов до складу Поліського екологічного кластеру, метою якого є: сприяння формуванню в суспільстві екологічних цінностей і засад збалансованого споживання та виробництва, забезпечення сталого розвитку і використання природно-ресурсного потенціалу, забезпечення екологічної безпеки і підтримання екологічної рівноваги на території Полісся України, подолання наслідків Чорнобильської катастрофи, сприяння розвитку екологічного та зеленого туризму тощо.

У рамках Регіонального інноваційно-космічного кластеру «Полісся», коледж разом з іншими його засновниками, продовжує впровадження сучасних методів і технологій отримання, оброблення та використання інформації за

результатами космічного моніторингу Землі та інтелектуального аналізу даних для ухвалення рішень у сфері екології та охорони навколишнього середовища, лісового господарства тощо.

Враховуючи високий навчально-науковий потенціал коледжу, його давні історичні традиції підготовки висококваліфікованих спеціалістів для лісового господарства, тісне поєднання освітнього процесу з прикладними науковими дослідженнями Малинський лісотехнічний коледж у грудні 2019 року був прийнятий у Колективні члени Лісівничої академії наук України.

На виконання Концепції розвитку коледжу та статутних вимог головними напрямками діяльності педагогічного колективу коледжу є: постійне оновлення змісту навчання з урахуванням стану і перспектив розвитку лісогосподарського, лісозаготівельного та деревообробного виробництва; удосконалення форм організації освітнього процесу, впровадження сучасних педагогічних технологій, спрямованих на підвищення якості підготовки бакалаврів, фахових молодших бакалаврів та кваліфікованих робітників; удосконалення змісту і структури навчально-методичного забезпечення освітнього процесу; удосконалення навчально-матеріальної бази, забезпечення кабінетів, лабораторій сучасним обладнанням; впровадження автоматизованої системи управління освітнім процесом (АСУ, хмарні технології); запровадження елементів дистанційної освіти із застосуванням ІТ – технологій; впровадження дуальної освіти в освітній процес; розробка та вдосконалення методичних рекомендацій щодо організації освітнього процесу.

Висновки. Центральне Полісся і Житомирська область зокрема, мають багатий історико-культурний, науковий, освітній потенціал. Встановлено, що протягом тривалого історичного періоду на території Древлянської землі формувались соціальні осередки, що з певним рухом історії дали відповідний поштовх до створення передумов зародження, становлення та розвитку освіти і науки в зоні Центрального Полісся і у місті Малин зокрема.

Розвиток інфраструктури Малинського фахового коледжу, формування педагогічного, науково-педагогічного складу, підготовка фахівців лісогосподарської галузі проходила у тісній взаємодії з певними віхами історії України. На сьогоднішній день педагогічний, науково-педагогічний колектив Малинського фахового коледжу є фундатором лісівничої освіти, науки, сталого розвитку лісової галузі в умовах сучасної Житомирщини. Випускники Малинського фахового коледжу на сьогоднішній день формують та продовжують розвивати лісогосподарську галузь, як Житомирської області, так і інших регіонів України.

References

1. Kostrytsia M. Yu., Muzyka N. O., Opalynska M. V. (2000). Malynskiy raion heohrafichnyi narys dlia uchniv. Zhytomyr-Malyn. 92 s. [in Ukrainian].
2. Myklukho Maklai – mandrivnyk kozatskoho rodu. (2012). Kharkivska oblasna biblioteka dlia ditei. Kharkiv. 32 s. [in Ukrainian].
3. Malynskiy lisotekhnichnyi koledzh – 85 rokiv. Storinky istorii. Zhytomyr: Polissia, 2012. 124 s. [in Ukrainian].
4. Malynskiy lisotekhnichnyi koledzh – 90 rokiv. Storinky istorii. Kharkiv, 2017. 120 s.

HISTORICAL ASPECTS OF THE FORMATION OF MALYN APPLIED COLLEGE AS A SCIENTIFIC AND EDUCATION CENTER OF THE CENTRAL POLISSIA ZONE OF ZHYTOMYR REGION

M. S. Karpovych, V. B. Levchenko, O. I. Shemet, V. P. Feshchenko

¹*Malyn Applied College, Hamarnia, Zytomyr region, Ukraine*

The historical, cultural and spiritual content of the formation of the Drevlyanskyi ethnos in the territory of Zhytomyr region is revealed. The main historical factors that made it possible for a long time to form the prerequisites for the creation of the modern Malyn Applied College on the territory of the Malyn community were analyzed. It has been established that the Malyn Applied College is a historical, educational, scientific and social center for the formation of future specialists not only in forestry but also in other branches of the economy. It has been proven that in the historical and cultural aspect, Zhytomyr region is quite promising in the formation and development of education, science, and culture in terms of its educational, scientific, social, and ethnic potential. The main historical milestones of the establishment, formation, development and prospects of the Malyn Applied College in the context of historical modernity are analyzed. Features and historical stages of the life, activities, creative achievements of managers and teachers, as well as graduates of the education institution, are revealed. The attention is focused on the achievements of the graduates of the Malyn Applied College, and their contribution to the development of forestry and other branches of the economy is also analyzed. Prospects for the further historical development of the Malyn Applied College are presented in view of modern realities in the context of reforming the forestry industry and sustainable development of the state. Aspects of the training of highly qualified specialists in forestry, as well as social aspects of their formation, development, training and adaptation to the real conditions of industrial forestry activities are revealed. The scientific, educational, historical-cultural, socio-economic potential of the Malyn Applied College as an educational and scientific center of the modern Zhytomyr region is highlighted. The main prospects for the further development of the institution of professional preliminary higher education are outlined, as well as the challenges of today, which significantly affect the training of specialists.

Key words: *Malyn, Drevlianska land, college, history, development, present, prospects.*

СЕКЦІЯ І

ЛІСОВЕ ТА САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО, ЕКОЛОГІЯ

UDC 630.5 (075.8)

A. Tiaberd, L. Semashkene¹

¹*Kaunas forestry and engineering college, Kaunas, Lithuania*

THE CONTRIBUTION OF LITHUANIAN FORESTS FOR STABILIZING THE CLIMATE CHANGE

Describes the role of forests in absorbing CO₂ from the atmosphere and reveals their role in the climate change. Low-value wood resources in Lithuanian forests are analyzed and the opportunities to increase the volume of forest fuel harvesting are identified.

Key words: *climate change, low-value forest resources, forest fuel*

Over the past 200 years, the amount of carbon dioxide in the atmosphere has increased more than 50%. CO₂ and other greenhouse gases (methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O), fluorinated gases) transmit the sunlight to the Earth, but delay the heat from the Earth's surface, and thus creates a greenhouse effect. Stopping the climate change within +2°C would allow adaptation to the consequences of climate change. To stabilize the processes of the global warming, it is necessary not only to reduce CO₂ emissions, but also to find the ways of its "capture" and "storage". It is known that green plants "take" CO₂ from the atmosphere in the process of photosynthesis and "lock" it in the resulting phytomass. For the cultivation of 1 ton of forest phytomass 1,47 tons of CO₂ is consumed, 1,1 tons of O₂ is formed and 800 tons of water evaporate. Unfortunately, the world's CO₂ emissions currently far exceed the capacity of forests and other green plantations to absorb them.

The role of Lithuanian forests in the absorption of carbon dioxide. In 1990- 1991 about 45-50 million tons of CO₂ were "thrown" into the atmosphere annually in Lithuania. From 1992 this indicator decreased to 20-25 million tons per year. Reduction of CO₂ emissions is mainly connected with the shutdown of Soviet industrial enterprises. At present, most of the greenhouse gases in Lithuania are emitted by transport, energy enterprises and agriculture. Only woody plants of Lithuanian forests consume about 23 million tons of CO₂ annually. They also evaporate about 10 billion tons of water and produce about 8 million tons of oxygen. From 23 million tons of carbon dioxide gas consumed by woody plants, about 6 million tons of CO₂ "returns" back to the atmosphere from rotting wood in the same year and another 4,5 million tons -

¹Tiabera Albinas, doctor, teacher;

¹Semashkene Loreta, doctor, teacher, E-mail semaskiene@kmaik.lm.lt.

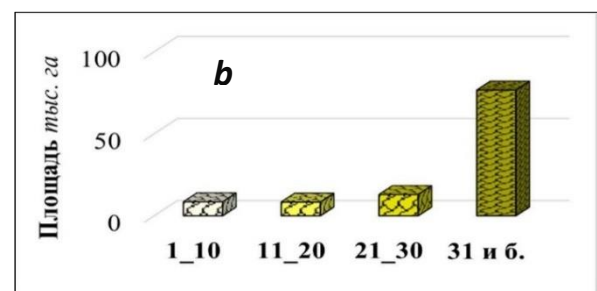
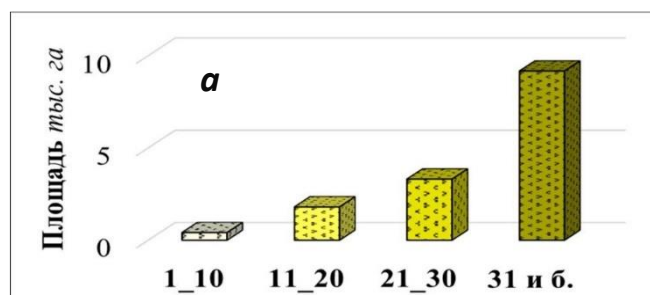
from the burned forest fuel. 12,5 million tons of CO₂ are “locked” for a long time (5 million tons of which is in growing trees (as a stock change) and 7,5 million tons - in the products developed from wood pulp

Opportunities to increase the use of forest fuels. Lithuanian forests are among the most productive in Europe and even in the whole world. However, they also contain a significant proportion of low-value plantations (gray alders, aspens, etc.). Most of gray alder wood is suitable only for firewood or chopped forest fuel. Gray alders occupy more than 120 thousand hectares of Lithuania (table 1). In the state forests, they occupy only 15 thousand hectares, and more than 105 thousand hectares in private ones. 62% of gray alders in the state forests and 72% of them in the private forests are already ripe or overripe (picture 1). Aspen stands of Lithuania occupy nearly 100 thousand hectares (table 1). A part of aspen stem wood can be used to make some assortments suitable for the woodworking industry, but most of the aspen can be used only as fuel. Half of these plantations are already ripe or overripe.

Table 1

Distribution of Lithuanian forest areas by predominant tree species and forms of property (thousand hectares)

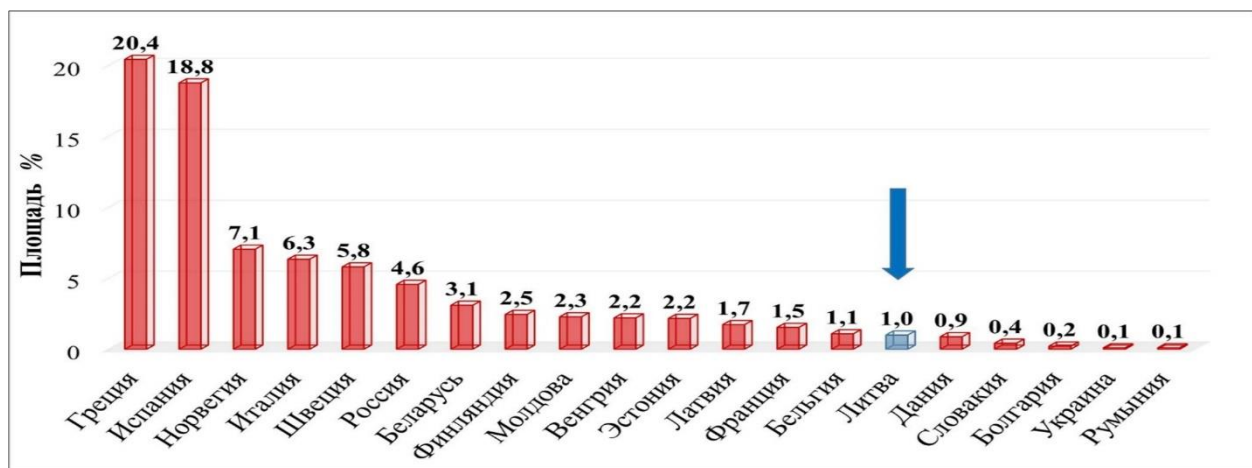
Stands	State woods	Private and privatized woods	All the woods
Pine	388,6	321,7	710,3
Spruce	285,4	149,4	434,8
Birch	190,4	262,0	452,4
Oak	24,8	23,3	48,1
Ash	3,2	9,4	12,6
Black alder	88,1	74,6	162,7
Aspen	31,9	63,6	95,5
Gray alder	14,9	106,6	121,5
Others	8,4	13,3	21,7



Picture 1. The structure of gray alder areas in the state (a) and in the private (b) forests of Lithuania by age classes

In addition, near two million cubic meters of low-value timber produce tree and shrub plantations growing on the abandoned fields, which occupy 1% of the

country's area (picture 2). All this low-value phytomass (gray alders, aspens, tree and shrub plantations, etc.) is still used not so much because of the relatively high costs for harvesting raw wood. Now, when Lithuania and many other countries of the world suffer from the energy crisis (rising prices for energy resources, heat and electricity) it is necessary to look for more rational ways to get energy. One of the opportunities is to use more forestfuel for the production of thermal energy. Thermal energy received from forest fuel is almost twice cheaper, than from fossil fuel. On the other hand, burning more forest fuel allows to reduce the use of natural gas, oil products, coal, and this creates the background for stabilizing the climate changes by expanding the usage of "green" energy.



Picture 2. The area of tree and shrub plantations, growing on non-forest lands in some European countries (FAO FRA 2020)

Considering opportunities to increase the forest fuel harvesting it is necessary to assess whether the forests' condition will worsen? Will rotting wood resources be affected? After all, rotting wood is needed to increase biodiversity of the forest, as it is the "home" for some species of forest mushrooms, lichens, mosses, insects and birds.

In recent years, the volume of natural waste stem wood has been annually 2,65 million m³, and other phytomass components of rotting wood (branches of fallen trees, stumps, low-value undergrowth and shrubs) -another 4,8 million m³. All this mass does not disappear in one year. The decay process of woody phytomass takes from 5 to 15 years, so currently there are near 66 million m³ of rotting phytomass in the forests of Lithuania. As a result, the volume of forest fuel harvesting can be increased by 1-1,5 million m³/year. In this case, the forests will not suffer: timber resources will continue to increase rapidly (by 5,5-6 million m³/year), and the amount of decaying phytomass will decrease by about 12-13%. After cutting down the low-value plantations, it is possible to grow a higher quality forest on their place - plantations that would be better not only economically, but also ecologically.

І. П. Буднік¹, Є. П. Печенюк,¹ І. В. Федьович¹, А. О. Піщіль²

¹Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирської області, Україна

²Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

ВПЛИВ СТРУКТУРИ АГРОЛАНДШАФТІВ НА ПОТОКИ РАДІОАКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З ПОВЕРХНЕВИМ СТОКОМ В ЖИТОМИРСЬКОМУ ПОЛІССІ

У статті досліджено особливості виносу горизонтальної міграції основного радіоактивного елементу забруднення ґрунтів Полісся (^{137}Cs) з поверхневим стоком талих і зливових вод із водозборів. Досліджено основні показники гідрологічних характеристик малих річок Полісся (на прикладі басейну р. Норин), морфологію та ландшафтну структуру басейнів, з'ясовано їх роль у міграції радіонуклідів. Оцінено захисну роль лісових різноманітних насаджень, які впливають на горизонтальну міграцію ^{137}Cs з поверхневим стоком. Охарактеризовано закономірності міграції ^{137}Cs з водозборів та керування екологічними процесами в ландшафтах.

Ключові слова: мала річка; ландшафт; ґрунт; забруднення; міграція; стік; ліс.

Вступ. Гідролого-ерозійні процеси, будучи провідними у перетворенні природно-територіальних комплексів височин і рівнин, порушують екологічну рівновагу в ґрунтах ландшафтів. Процес перенесення речовин на водозборі пов'язані між собою поверхневим стоком води, який відіграє важливу роль у міграції сполук різних форм.

Радіоактивне забруднення нанесло велику екологічну шкоду довкіллю Житомирського Полісся. В результаті аварії на ЧАЕС з господарського обігу було вилучено майже 26 тис. га сільськогосподарських угідь, як радіоактивно небезпечних земель [3].

Основним забруднювачем ґрунтів у цій частині Полісся є ^{137}Cs , який осів в результаті Чорнобильської катастрофи [1]. Талий та дощовий стік є однією з головних складових, що визначає потоки речовин та енергії в ландшафті, відображає зміни та процеси трансформації в них.

В результаті інтенсивних ерозійних процесів із змитим ґрунтом і поверхневим стоком, мігрує велика кількість поллютантів, відбуваються погіршення якості ґрунтових і поверхневих вод. Тому вивчення закономірностей

¹Буднік Ігор Петрович, канд. с.-г. наук. E-mail: budniki@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0003-39478274>;

¹Печенюк Євген Петрович, спеціаліст другої категорії. E-mail: kotugor1989@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-9985-7119>;

¹Федьович Іван Володимирович, спеціаліст вищої категорії. E-mail: ifedovich@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3763-7905>;

²Піщіль Андрій Орестович, канд. с.-г. наук, доцент; <https://orcid.org/0000-0002-0962-574X>.

виносу радіоактивних елементів із водозбірних площ, на яких ведеться інтенсивне сільськогосподарське виробництво, являє собою важливу проблему Житомирського регіону та потребує нагального вирішення.

До завдань досліджень входило вивчення питомої активності ^{137}Cs та щільності забруднення ґрунту за довжиною улоговини, дослідження гідрологічних характеристик річок Полісся (на прикладі басейну р. Норин), встановлення ролі лісових насаджень, у горизонтальному перерозподілі техногенних забруднювачів.

Об'єктом дослідження є процеси просторової міграції ^{137}Cs в ґрунті, за лініями проходження поверхневого стоку з різних угідь водозборів лісоаграрних ландшафтів, басейнів річок Житомирського Полісся.

Предметом дослідження є кількісні та якісні показники міграційних процесів ^{137}Cs в ландшафтах Полісся в залежності від їх структури.

Метою проведених досліджень є визначення особливостей процесів горизонтальної міграції ^{137}Cs з різних угідь водозборів лісоаграрних ландшафтів у басейнах річок Житомирського Полісся та обґрунтування екологічно безпечних способів його регулювання.

Відповідно до мети роботи вирішено такі завдання:

- досліджено кількісні параметри просторової міграції ^{137}Cs вздовж улоговини на різних типах угідь і надано їм імовірнісну оцінку;
- експериментально встановлено вплив лісових насаджень на розвиток ґрунтово-гідрологічних процесів, виніс хімічних і біогенних речовин із водозборів;
- визначено шляхи ефективного, екологічно безпечного регулювання просторової міграції нуклідів, шляхом збереження і розширення площ лісових насаджень та полезахисних лісових смуг, які є природними універсальними фільтрами.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у виявленні закономірностей просторової міграції нуклідів в ґрунті вздовж улоговин, та вплив структури агроландшафтів на потоки радіоцезію в ґрунті.

Матеріал і методи дослідження. Різноманітність завдань, які вирішувались у рамках досліджень, обумовила різновидність використаних методичних підходів, які застосовувались. При цьому застосовувався «басейновий» підхід. Складність об'єкту досліджень обумовила необхідність вивчення різноманітних фізичних явищ і процесів, що відбуваються в умовах досліджень у першу чергу гідрологічних, екологічних і ерозійних. При реалізації поставлених завдань досліджень основна увага була націлена на головні складові екосистеми: воду, ґрунтовий покрив як базисний елемент агроландшафтів, та лісові насадження.

Прийоми досліджень які застосовувалися були загальноприйнятими: ландшафтно-маршрутні, експериментальні, польові, лабораторні.

Методичною основою досліджень були характеристики стоку, так і фактори щодо його формування в декількох місцях по довжині схилу від вододілу до водозливу (кінцевого створу) й за ним.

На прикладі двох елементарних водозборів в Народицькому районі – «Радча» та «Отруби» було досліджено динаміку та просторову-горизонтальну міграцію основного елементу радіоактивного забруднення ^{137}Cs в ґрунті за шляхами проходження талого та дощового поверхневого стоку.

Відбір змішаних зразків ґрунту проводились методом конверта, з орного шару (0–20 см) дерново – середньо підзолистого супіщаного ґрунту по всій довжині улоговини, починаючи з її польової частини - вершини дослідного водозбору й на різній відстані від лісосмуги.

Додатково відбирали зразки ґрунту у шлейфі акумуляції за лісовою смугою, згідно (ДСТУ 4287:2004). У зразках ґрунту проводили фізичні, фізико-хімічні, хімічні й радіологічні аналізи за загально прийнятими методиками в акредитованих лабораторіях.

Питома активність ^{137}Cs у ґрунті та воді визначалася методом гама спектрометрії на УСК «Гама плюс», відповідно до існуючих нормативних документів у Житомирській філії ДУ «Держґрунтохорона».

Аналіз літературних джерел. Питання вивчення міграції радіонуклідів знаходяться в полі зору багатьох дослідників [6, 7].

Міграція полютантів підпорядкована загальним закономірностям потоків речовин у ландшафті й прямо пропорційно пов'язана з умовами рельєфоутворення (улоговина, ухил) та біофізичними бар'єрами (гідротехнічні споруди, захисні лісові насадження, ліс). Потоки речовини в ландшафті, пов'язані з його структурою і, в кінцевому випадку, замикаються в басейнах гідрологічної сітки [1, 2, 3].

Вивчаючи міграцію радіонуклідів по горизонтальному профілю в заплавах рік Вілія, Неман та прилеглих до них полів на підвищеннях, В. К. Хомич (1984) відмічено 2-х кратне перевищення вмісту нуклідів в ґрунтах заплав, яке викликане переносом їх в результаті змиву, дефляції та ряду інших факторів переміщення [5, 6, 7].

Гідродинамічні характеристики схилових водотоків, як і динамічні, піддаються змінам по довжині схилу й залежать також від змін природно – кліматичної ситуації й господарського використання земель. Серед динамічних характеристик найбільший вплив на вміст речовин у схилових водотоках та перенесення їх у ґрунт спричиняють фактори гідравлічного опору.

За оцінками ряду досліджень у тридцятикілометровій зоні ЧАЕС відмічається наявність у ґрунті нерозчинних сполук радіонуклідів у вигляді грубодисперсних аерозольних частинок ядерного палива. З часом відбувається зміна рівнів забруднення за рахунок фізичного розпаду ^{137}Cs (до теперішнього часу, в ґрунтах активність знизилась на 9,1% із динамікою 0,604% в рік) і вторинних процесів міграції серед яких в зоні відчуження переважають процеси змиву зливовим і талим стоком, вертикального переносу вниз по профілю ґрунту внаслідок механізму конвективної дифузії [4, 6, 8].

Дослідження різних авторів і експериментальні дані свідчать, що ерозійно-гідрологічні процеси, є основними у перетворенні природно-територіальних комплексів [4, 6, 7].

Значна частка наукових праць, присвячена безпосередньо особливостям міграції й акумуляції окремих хімічних елементів у ґрунтовому покриві України. У науковій літературі практично відсутні дані про горизонтальну міграцію нуклідів і поведінку їх в системі *ґрунт-рослина* у зв'язку із використанням лісових насаджень в якості геохімічного бар'єру.

Результати досліджень. Як показали експериментальні дані, зміни величини забруднюючих речовин по довжині улоговини мають періодичний характер, але у всіх випадках чітко простежується одна закономірність – велика інтенсивність їх в місцях концентрації рідкого і акумуляції твердого стоку особливо там, де у створі розміщені лісові насадження.

За результатами проведених різноманітних досліджень та спостережень було встановлено, що питома активність ^{137}Cs у 0–20 см шарі ґрунту одночасно змінюється із віддаленням від вершини улоговини до збільшення її в акумулятивній зоні й сягає максимального значення в присмужній та безпосередньо в лісовій смузі (табл. 1). Подібний розподіл елементів у верхньому шарі ґрунту по лініях ерозії стоку і його змиву від місцевої вододільної лінії до гідрографічної сітки пов'язаний з ерозійно-гідрологічними процесами і факторами, що його визначають.

Лісові насадження впливають на якісні показники поверхневого стоку, відіграючи роль хімічного бар'єру на шляху міграції речовин із продуктами стоку. Концентрація забруднювачів чітко різниться за елементами водозбору, відбувається трансформація забруднювачів за улоговинами та їх акумуляція в пристворній зоні.

Щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs у водозборах лісоаграрних ландшафтів на шляху проходження поверхневого стоку, середнє за 2008 – 2018 рр.

№ зразку	Місцеположення, точка відбору зразка	Питома активність, щільність забруднення (шар 0-20 см)		
		Бк/кг	Кі/км ²	кБк/км ²
Водозбір «Отруби», Народицький р-н, (осушений водозбір)				
0	Польова частина (контроль)	455	2,71	100,3
1	Вершина улоговини	583	3,47	128,4
2	50 м вниз улоговиною	578	3,44	127,3
3	100 м вниз улоговиною	549	3,27	121,0
4	150 м вниз улоговиною	281	1,67	61,8
5	Шлейф акумуляції	283	1,69	62,5
Водозбір «Радча» (до водозливу), Народицький р-н,				
0	Польова частина (контроль)	135	0,8	29,6
1	Вершина улоговини	330	2,06	76,2
2	50 м вниз улоговиною	707	4,21	155,8
3	100 м вниз улоговиною	681	4,05	149,8
4	150 м вниз улоговиною	845	5,03	186,0
5	Лісова смуга (Шлейф акумуляції)	902	5,37	198,7
Водозбір «Радча» (за водозливом) Народицький р-н, зона відчуження.				
0	Лісова смуга (вершина улоговини)	1482	8,74	323,4
1	50 м вниз улоговиною	706	4,20	155,4
2	100 м вниз улоговиною	735	4,37	161,7
3	150 м вниз улоговиною	737	4,39	162,4
4	Шлейф акумуляції	1000	5,95	220,0
5	Польова частина	484	2,9	107,3

Лісові смуги виконують важливу роль при захисті ґрунтового та рослинного покриву. Крім основного призначення захищати агроландшафти від вітрової та водної ерозії, вони виконують ще й функцію захисту від техногенного забруднення, являючись бар'єром на шляху міграції елементів.

Радіоекологічна ситуація в лісоаграрних ландшафтах Житомирського Полісся свідчить про суттєвий вплив захисних лісових смуг на територіальний розподіл ^{137}Cs .

Кількісні характеристики і динаміка процесу виносу продуктів ерозії від вододілу до гідрографічної сітки регламентується поєднанням природних умов (розчленованість території, крутизна схилів, підстилаюча поверхня, ґрунт та ін.).

За отриманими результатами досліджень виявлено, що диференціація показників стоку і ерозії у різних структурних елементах агроландшафтів

виявляється в кінцевому результаті на гідрологічних характеристиках малих річок, та характері потоку речовини в межах їх басейнів (табл. 2).

У водозборі, де немає лісових насаджень, стік має концентрацію радіоцезію 93 Бк/л. Коли в сільськогосподарському ландшафті є лісові насадження, концентрація радіоцезію у стоках нижча – 49 Бк/л. Водозбір зі смугами регулювання стоку має нижчу концентрацію радіоцезію, ніж орні землі без смуг.

Боротися з радіоактивним забрудненням агроландшафту слід за допомогою лісових насаджень, які мають оздоровчу мету [3]. ЗЛН повинен мати агроекологічну спрямованість і враховувати максимальний протиерозійний ефект і контроль потоку.

Таблиця 2

Гідроморфометричні показники малих приток у басейні р. Норин (на 17.08.2018р.)

Притока	Протяжність, км	Глибина, м	Ширина, м	Швидкість течії, м·с ⁻²	Витрата, м ³
Верхів'я р. Норин	20,0	0,12	1,3	0,20	0,0312
р. Белка	6,5	0,80	1,1	0,11	0,0946
р. Веледники	9,0	0,10	0,7	0,28	0,0134
р. Хайчанка	20,0	0,25	0,7	0,19	0,0330
р. Лезниця	19,0	0,30	1,0	0,36	0,1080
р. Мощаниця	33,0	0,35	1,6	0,17	0,0952
р. Ольшанка	39,0	0,30	1,7	0,12	0,0612

Кількість деревини в річкових басейнах тісно пов'язана з каламутністю малих річок у цих районах (показано на рис. 1).

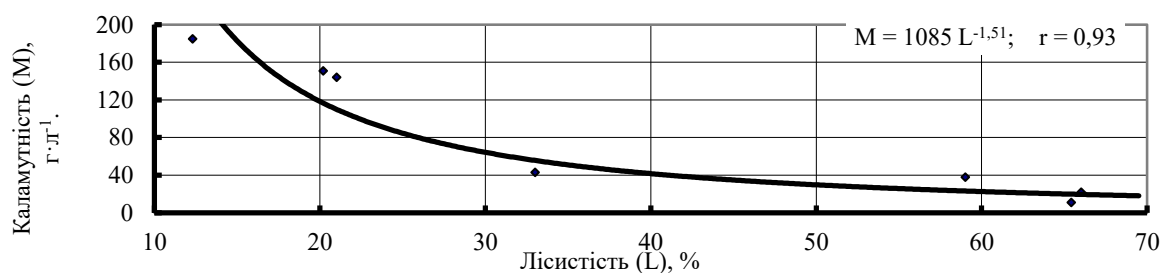


Рис. 1. Залежність каламутності потоку приток р. Норин (M) від лісистості басейну (L)

У математичних моделях ЗЛН для агроландшафтів Полісся важливими є ґрунт, гідрологічний режим і рослинний покрив.

Розроблені математичні моделі ЗЛН для агроландшафтів Полісся, що відображають роль таких факторів, як ґрунт, гідрологічний режим, рослинний

покрив. Ці моделі дозволили на прикладі типового для регіону басейна малої річки прогностично розрахувати оптимізуючі дії лісових насаджень на міграцію радіонуклідів, що наведена в таблиці 4.

Таблиця 4

Оцінка потоків ^{137}Cs у басейні річки Норин

Показники	Агроландшафт	Лісоаграрний
Площа, км ²	811,89	811,89
Ліс, км ²	245,08	266
зокрема ЗЛН, км ²	1,1	2,1
Лісистість ріллі, %	0,3	6,0
Поверхневий стік, м ³	$7,6 \cdot 10^7$	$4,5 \cdot 10^7$
Модуль водної ерозії, т·га ⁻¹ ·рік ⁻¹	3,7	0,4
Міграція радіоцезію, Бк·рік ⁻¹	$46 \cdot 10^{11}$	$32 \cdot 10^8$

Результати таблиці 4 свідчать про значний вплив лісових насаджень на перетворення потоків ^{137}Cs , що виражаються в кінцевому результаті у зменшенні його виносу з басейну річки.

Висновки. Міграція ^{137}Cs у лісоаграрних районах Полісся можна прогнозувати шляхом побудови різних моделей окремих процесів у межах агроландшафтів.

При визначенні ділянок підвищеної концентрації речовин у ґрунті, важливо враховувати вплив лісових насаджень на рух речовин поверхневого стоку. Лісові насадження виступають фізичним бар'єром для міграції речовин, що містяться у стоках, разом з іншими показниками якості поверхневого стоку. Разом вони можуть визначити місця, де велика кількість речовин потрапляє у воду. Різні моделі допомагають визначити долю радіонуклідів та інших забруднюючих речовин у ландшафті.

Моделі визначають, на які параметри впливають елементи ландшафту (сільськогосподарські та лісові території), найбільш значущими є лісові насадження, які можуть допомогти обмежити поширення забруднюючих речовин. Моделі також можуть допомогти визначити, як відбуватиметься міграція радіоактивного матеріалу, допомагаючи керувати процесами.

Для запобігання просторової міграції нуклідів і накопичення їх у ґрунтах прилеглих ландшафтів важливою ланкою є розширення і збереження площ лісових насаджень та полезахисних лісових смуг, які є природними універсальними фільтрами.

Напрямок подальших досліджень має перспективу у вивченні поведінки техногенних забруднювачів у лісоаграрних ландшафтах із врахуванням їх

токсикологічної дії, а також узагальнення параметрів забруднення довкілля у регіональному аспекті.

References

1. Vasenkov H. I., Polyshchuk O.YE. *Horyzontal'na mihratsiya tseziyu-137 pry vodnoeroziyynykh protsesakh //Visnyk ahrarnoyi nauky. -K.: -1999. - №9. - S. 37-39.*
2. Yvonyn V. M. *Ékologyya y lesnaya melyoratsyya. Novocherkassk: NYMY, 1988.–99s.*
3. Yukhnovs'kyu V. YU. *Lisoahrarni landshafty rivnyynoyi Ukrayiny: optymizatsiya, normatyvy, ekolohichni aspekty. – K.: Instytut ahrarnoyi ekonomiky, 2003. – 273 s.*
4. Vol'f'sun Y. B. *Éksperymental'noe yzuchenye transformatsyy stoka talykh vod makroponyzhenyamy na lohakh VNYHLM / Y. B. Vol'f'sun. O. Y. Krestovskyy // Tr. HHY. – 1960. – Vyp. 76. – S. 56-66.*
5. *Vremennyye rekomendatsii po prognozirovaniyu khimicheskogo sostava poverkhnostnykh vod s uchetom pereraspredeleniya stoka. – L. : Gidrometeoizdat, 1988. – 56 s.*
6. Harshynev E.A., Vasenkov H.Y. *Metodycheskye osnovy modelyrovannya érozyonno-akkumulyatyvnogo protsesa pry stoke talykh vod v polevom eksperemente. – Nauch. tr. VNYALMY. – 1987. Vyp 11(90). – S. 125 – 132.*
7. Dmytruk Yu. M. *Heokhimichni osoblyvosti gruntiv ahrolandshaftiv Peredkarpattya. Visn. ahrarn. nauk. 2005. № 5. 51–55.*
8. Zubov O. R. *Zakonomirnosti eroziyno–akumulyatyvnykh protsesiv v lisoahrarnomu landshafti balkovoho vodozboru. Melioratsiya i vodne hospodarstvo. 2000. – Vyp. 87. – S.146–153.*
9. Strel'chenko V.P. *Gruntovo-ekolohichni osnovy. K. : systemy zemlerobstva Polissya Ukrayiny: Avtoref. dys. d.s-h.n. – 1994. – 48s.*

I. P. Budnik¹, E. P. Pechenyuk¹, I. V. Fedovich¹, A. O. Pitsil²

¹*Malyn applied College, v. Hamarnia, Zhytomyr region, Ukraine*

²*Polissia National University, Ukraine*

THE INFLUENCE OF THE AGRICULTURAL LANDSCAPE ON THE MIGRATION OF RADIOACTIVE ELEMENTS WITH SURFACE RUNOFF IN ZHYTOMYR POLISSYA

The article presents the results of horizontal migration basic element of radioactive contamination of soils Polesie forest-agricultural landscapes - 137Cs in basins on the route of runoff. It was found the main indicators of hydrological characteristics of small rivers Polissia (for example basin. Noryn), morphology and structure of the landscape pool their role in radionuclide migration. Showing protective role of forests, causing effect on optimizing horizontal migration of 137Cs and other man-made pollutants.

Key words: small river; landscape; soil; pollution; migration; flow; forest.

А. В. Вишневський¹, В. П. Власюк¹, М. В. Швець¹, В. М. Турко¹

¹ Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

УРАЖЕННЯ НАСАДЖЕНЬ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ ЗБУДНИКОМ КОРЕНЕВОЇ ГУБКИ У ЖИТОМИРСЬКОМУ ПОЛІССІ

Однією із найнебезпечніших і достатньо розповсюджених хвороб лісових деревних порід є коренева губка. Збудником є базидіальний гриб – *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. (*Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst.), який спричинює строкату кореневу, окоренкову, ядрову або ядрово-заболонну гниль хвойних порід, що значно погіршує санітарний стан деревостанів. Проаналізовано, що основним лісотвірним деревним видом у Житомирському Поліссі є сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), представленість якої у лісових деревостанах перевищує 60 % від загальної площі вкритою лісовою рослинністю ділянок. З'ясовано, що найбільш вразливою лісотвірною деревною породою в досліджуваному регіоні, по відношенню до збудника кореневої губки, є сосна звичайна, продуктивність якої різко втрачається вже на перших стадіях патології. Виявлено масштаби поширення збудника кореневої губки у соснових деревостанах і встановлено зв'язок поширення хвороби у залежності від типів лісорослинних умов, віку насаджень, походження, організаційно-технічних показників проведення рубок догляду та оздоровчих заходів у сосняках Житомирського Полісся. Підтверджено, що збудник кореневої губки найнебезпечніший для 30–40-річних соснових насаджень, хоч нерідко він уражує 3–5-річні рослини, а також деревостани старшого віку. Середньовікові 41–60-річні насадження сосни всихають інтенсивніше ніж молодняки. Небезпечність патології виявляється у її здатності поширюватись через корені на дерева, що ростуть поруч, внаслідок чого у деревостанах з'являються "вікна" без рослин, а по їхній периферії ростуть дерева, які уражені патогеном. Ослаблені збудником хвороби дерева, як правило, зазнають масового нападу на них стовбурових шкідників, що прискорює їхнє остаточне відмирання. Масового розповсюдження хвороба набуває у свіжих гігромах суборових, борових та сугрудових трофотопів. Густина лісових культур *P. sylvestris* понад 8–10 тис. шт. на 1 га у молодому віці, створених на маргінальних ділянках, спричинює зниження їхньої стійкості до ураження збудником кореневої губки і куртинного усихання. Стійкість насаджень можна підвищити шляхом вчасного проведення рубок догляду сильної та помірної інтенсивності у молодому віці.

Ключові слова: фітосанітарний стан; лісогосподарські заходи; *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.; *Pinus sylvestris* L.

¹Вишневський Анатолій Васильович, канд. с.-г. наук, доцент, декан факультету лісового господарства та екології. E-mail: vishnev.tolik@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0001-5381-1219>; ResearcherID: S-7619-2017;

¹Турко Василь Миколайович, канд. с.-г. наук., доцент. E-mail: vturko@i.ua; <https://orcid.org/0000-0003-4029-9599>, ResearcherID: C-2142-2018;

¹Швець Марина Василівна, канд. біол. наук, старший викладач. E-mail: marina_lis@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-1116-3986>; Scopus ID: 57214888616;

¹Власюк Володимир Павлович, канд. с.-г. наук, доцент. E-mail: wlasjukvp@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0001-6220-6280>; ResearcherID: A-9567-2018.

Вступ. Зростання лісистості Житомирщини та України до оптимальних показників, відповідно 36,0 і 20,0 %, на сучасному етапі можливо шляхом зміни цільового призначення і залучення до лісорозведення значних площ низько оцінених сільськогосподарських угідь, які вилучені з користування та інших маргінальних ділянок (Tkachuk, 2004; Vyshnevskiy & Turko, 2018). У Житомирському Поліссі переважають бідні піщані, супіщані, дернові опідзолені ґрунти, які мало придатні для інтенсивного ведення сільського господарства, але здебільшого є придатними для формування лісових екосистем (Vyshnevskiy & Turko, 2018). Проблема заліснення таких ділянок та вирощування стійких насаджень набуває особливого значення (Vedmid et al., 2008). Наразі на частині земель, що тривалий час не оброблялися і були передані лісгосподарським підприємствам, ростуть як природні чисті соснові, так і мішані за складом деревостани, а також і штучно створені лісові насадження. Незалежно від походження всі вони піддаються впливу біотичних чинників – збудників хвороб та ентомошкідників (Ustskyi, 2011).

Санітарний стан лісів залежить також від впливу абіотичних та антропогенних факторів. Мінливість погодних умов призводить до зростання температури повітря, змін гідрологічного режиму ґрунту, змін рослинного та тваринного складу лісових екосистем. В останні десятиріччя на територіях Полісся України спостерігається масове всихання соснових лісів, що набуло розмірів епіфітотій. Причиною такого стану є офіюстомові гриби, які є збудниками трахеомікозів хвойних порід і призводять до масового всихання хвойних лісів. Основним переносниками спор збудника даної небезпечної хвороби є короїд верхівковий (*Ips acuminatus* Gyll.), короїд шестиzubий або стенограф (*Ips sexdentatus* Boer.), лубоїд сосновий малий (*Blastophagus minor* Hart.) та інші ентомошкідники (Krasnov et al., 2011). Наразі науковці приділяють значну увагу проблемам верхівкового всихання *P. sylvestris*, про що свідчать публікації у фахових виданнях (Vyshnevskiy & Turko, 2018; Meshkova et al., 2020; Ustskyi et al., 2020). Щодо досліджень кореневої губки, то в останні роки вони зменшились, відійшли на другий план, відповідно стало значно менше наукових публікацій за даною проблематикою у контексті формування та вирощування стійких лісових екосистем до збудника кореневої губки сосни звичайної.

Проте проблема кореневої губки у соснових насадженнях також відноситься до найбільш важливих проблем охорони природи, збереження екологічної цілісності лісових екосистем. Географія розповсюдження хвороби має глобальний характер і охоплює фактично усі країни Європи та Північної Америки (Lozytsky et al., 2012; Ustskyi et al., 2020). Однак, коренева губка особливо небезпечна для насаджень хвойних деревних порід, котрі створені на

ділянках, що вилучені з сільськогосподарського користування. Розповсюдження її у таких умовах набуває розмірів епіфітотій (Vyshnevskiy & Turko, 2018).

Матеріал і методи дослідження. Мета досліджень – виявити масштаби поширення збудника кореневої губки у соснових деревостанах в умовах Житомирського Полісся і встановити зв'язок поширення хвороби у залежності від типів лісорослинних умов, віку насаджень, походження, організаційно-технічних показників проведення рубок догляду та оздоровчих заходів у сосняках.

Об'єкт досліджень – процес формування соснових деревостанів після лісовідновлення та лісорозведення на лісових ділянках, котрі тривалий час використовувались для ведення сільського господарства та не були зайняті ліською рослинністю (маргінальні ділянки). Дослідження проводились у лісових масивах ДП «Житомирське лісьове господарство».

Лісопатологічний стан соснових насаджень (з урахуванням динаміки) вивчали на основі аналізу повидільної бази даних лісів Житомирського ОУЛМГ, відомчих матеріалів та за результатами санітарно-лісотипологічних обстежень (Stegnyak, 2020). Отримана інформація уточнювалась і доповнювалась детальними обстеженнями попередньо-підібраних деревостанів на пробних площах, керуючись методичними вказівками з експедиційного лісопатологічного обстеження (Krasnov et al., 2011; Meshkova et al., 2020).

Закладання пробних площ проводилось згідно з вимогами до лісовпорядних пробних площ (Probni, 2007). Їхній розмір визначався за кількістю дерев головної породи, що підлягає обліку. На пробних площах проводився суцільний облік дерев за діаметром (ступені товщини 2,0 або 4,0 см) та шістьма категоріями стану (здорові, ослаблені, дуже ослаблені, відмираючи, сухостій свіжий і минулих років) відповідно до Санітарних правил у лісах України (Sanitarni, 2020). За загальноприйнятими методиками вимірювались висоти дерев (Kashpor et al., 2013). Тип лісорослинних умов визначали за лісотипологічною класифікацією Алексєєва-Погребняка. Рекогносцирувальне обстеження соснових насаджень проведене на площі 6,8 тис. га.

Аналіз літературних джерел. Втрати, заподіяні збудником кореневої губки, виходять за параметри матеріальних збитків, хвороба спричинює суттєву шкоду, котру неможливо оцінити через фінансові показники, адже відбувається зниження багатьох захисних, санітарно-гігієнічних, рекреаційно-оздоровчих функцій лісових ценозів. В Україні найбільші масштаби і збитки, спричинені *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., спостерігаються в межах Полісся, де створено сотні тисяч гектарів монокультур сосни на землях, які вийшли з-під сільськогосподарського користування. У таких насадженнях ще не сформувався увесь комплекс ліскової екосистеми, тому лісорослинні умови для соснових

деревостанів є достатньо специфічними і не відповідають їхнім екологічним потребам (Ustskyi, 2011).

Підсумкові результатами досліджень поширення і шкодочинності патології свідчать, що лімітуючими факторами поширення фітопатогена у соснових масивах є еколого-фізіологічні параметри екосистеми (Tkachuk, 2004; Asiegbu et al., 2005). Вихідними факторами є категорії лісокультурних ділянок, спосіб підготовки ґрунту, схеми змішування і густина садіння лісових культур. Негативним чинником виступає зміна фізичних, механічних та біохімічних властивостей ґрунтів унаслідок їхнього тривалого сільськогосподарського використання (Ustskyi, 2011), а також специфічність росту і формування чистих культур у даних лісорослинних умовах (Tkachuk, 2004; Tsyliuryk & Shevchenko, 2008).

Низька стійкість соснових насаджень до збудника кореневої губки спричинена високою об'ємною масою ґрунту верхніх горизонтів – більше $1,60 \text{ г/см}^3$ (оптимальною є $1,3\text{--}1,4 \text{ г/см}^3$), а також твердістю ґрунтових прошарків (Tkachuk, 2004, Vedmid et al., 2008).

Відповідно до інструкцій по боротьбі з кореневою губкою сосни, ялини і ялиці в лісах України передбачається проведення лісогосподарських заходів захисту зі збудником кореневої губки (Krasnov et al., 2011; Meshkova et al., 2020; Sanitarii, 2020). Не дивлячись на те, що *H. annosum* відомий як збудник хвороби ураження і всихання коренів хвойних порід вже більше 100 років, до цих пір ще не знайдено ефективних заходів боротьби з цією патологією. Це тому, що хвороба є вивченою не у повній мірі. Основна увага в нашій роботі приділена вивченню особливостей пов'язаних з розвитком кореневої губки, а також розробці доступних і конкретних заходів, спрямованих на зниження шкодочинності патогену.

Результати досліджень та обговорення. Осередки збудника кореневої губки в хвойних насадженнях Житомирського Полісся мають широку амплітуду представленості, як географічно, так і по строкатості за лісівничо-таксаційними показниками деревостанів. Дані ДСЛП «Вінницялісозахист» вказують, що станом на 01.01.2020 р. загальна площа лісових ділянок, уражених збудником кореневої губки по Житомирському ОУЛМГ, становила 13207 га, що становить близько 2 % від вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок (Stegnyak, 2020).

За попередній 2019 рік їх площа зменшилась на 288 га, що є результатом проведення оздоровчих лісогосподарських заходів. Найбільші площі, де трапляється хвороба знаходяться у ДП «Радомишльське ЛМГ» 4039,0 га, ДП «Народицьке СЛГ» – 1389,0 га, ДП «Баранівське ЛМГ» – 1361,0 га.

Найменше таких ділянок знаходиться у ДП «Зарічанське ЛГ», ДП «Бердичівське ЛГ», у Поліському заповіднику, відповідно 38,0, 17,1 та 4,0 га.

У Державному підприємстві «Житомирське лісове господарство» площа таких ділянок складає 524,0 га.

Санітарний стан соснових насаджень та їхня стійкість до агресивного збудника кореневої губки значною мірою залежить від типів ґрунтів, що відрізняються за механічним складом і підстилаючими породами, категоріями лісокультурних ділянок, типами лісорослинних умов. В останні десятиліття на Житомирщині створено понад 10 тис. га лісових насаджень, а це в основному соснові, котрі були вилучені із іншого цільового призначення. Переважно це землі сільськогосподарських угідь, однак достеменно визначити, які угіддя були заліснені – майже неможливо.

Практика лісорозведення на землях, що не були під лісом, свідчить про низьку стійкість цих насаджень до різних патологічних чинників. У соснових культурах, це, в основному, масове поширення корневих гнилей, а саме губки. Результати досліджень свідчать, що здоровими, без ознак патологічних процесів, були лісові культури сосни звичайної, що займають 40,0 % обстежених площ (табл. 1).

Таблиця 1

Рівень ураження деревостанів сосни на ділянках, що вилучені з сільськогосподарського користування (га/%)

Показники	Типи лісорослинних умов									
	A ₁	A ₂	A ₃	B ₂	B ₃	B ₄	C ₂	C ₃	C ₄	Разом
Здорові деревостани	23,3	279,5	1,8	384,4	44,2	5,1	1862,5	113,5	23,6	2737,9
	13,6	20,5	62,1	12,5	26,2	74,0	99,5	70,6	100,0	40,0
Уражено всього, у т. ч.:	142,4	1082,4	1,1	2683,7	124,5	1,8	9,5	46,8	–	4098,2
	86,4	79,5	37,9	87,5	73,8	26,0	0,5	29,4	–	60,0
сильно уражені	3,3	8,9	–	76,0	8,0	–	1,0	–	–	97,2
	1,9	0,6	–	2,5	4,7	–	0,0	–	–	1,4
середньо уражені	36,4	609,6	1,1	804,4	37,8	–	–	–	–	1489,3
	21,2	44,8	37,9	26,2	22,4	–	–	–	–	21,8
слабко уражені	108,7	463,9	–	1803,3	78,7	1,8	8,5	46,8	–	2511,7
	63,3	34,1	–	58,8	46,7	26,0	0,5	29,4	–	36,8
Разом	171,7	1361,9	2,9	3068,1	168,7	6,9	1872,0	160,3	23,6	6836,1

Із уражених ділянок, а це 4098,2 га лісу (60,0 %) найбільшу частку мають насадження зі слабким ступенем ураження – 36,8 %, з середнім та сильним ступенем, а це відповідно 21,8 і 1,4 %. При слабкому ступені ураження проводяться вибіркові санітарні рубки з видаленням ослаблених свіжо-заселених

шкідливими комахами деревних рослин та сухостійні дерева, можливо проводити рубки догляду. На ділянках із середнім ступенем ураження необхідно проводити вибіркові санітарні рубки, видаляючи сухостійні і вітровальні дерева. Навколо куртин усихання необхідно прокладати захисну смугу 10–15 м завширшки для вирубки приховано заражених дерев. На ділянках із сильним ступенем ураження рекомендується проведення суцільних санітарних рубок.

Проведений аналіз лісорослинних умов свідчить, що найбільші площі насадження на землях колишніх сільськогосподарських угідь знаходиться в умовах свіжого субору (B_2) – 44,9 % (рис. 1).

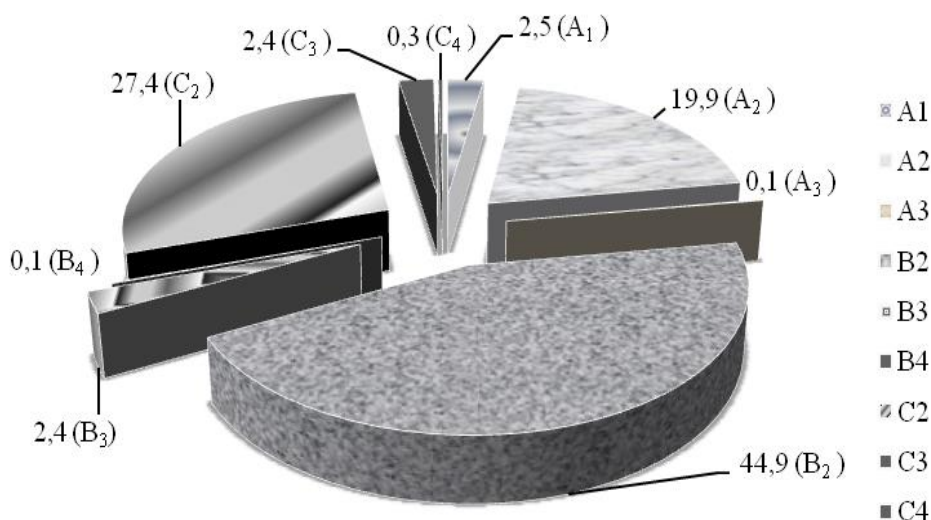


Рис. 1. Представленість маргінальних ділянок за типами лісорослинних умов, (%)

За гідрологічним режимом домінують свіжі (2) – 92,2 %, вологі (3) і сухі (1) умови, складають відповідно 4,9 і 2,5 %. Трофогенний ряд представлений борами (A) – 22,5 %, суборами (B) – 47,4 % і сугрудами (C) – 30,1 %. У даних типах лісорослинних умов, майже всі, за деякими виключенням, є штучно створені лісові насадження сосни звичайної, як чисті за складом, так і з різною участю здебільшого берези та подекуди інших деревних порід.

Обстеження соснових насаджень у Левківському лісівництві ДП «Житомирське ЛГ» на площі 1697,0 га дало можливість виявити 33 ділянки загальною площею 203,6 га, що складає 12,0 %. Основні площі насаджень, уражених *H. annosum* кількісно зростають у свіжому суборі (B_2) – 66,8 %. У сухих умовах (B_1) – 22,0 %, а вологих (B_3) – 7,9 %. Частка борів, де виявлена патологія, є незначною, усього 6,8 га (3,3 %) (табл. 2).

**Розподіл насаджень сосни, уражених кореневою губкою, за віком та типами лісорослинних умов у Левківському лісництві
ДП «Житомирське ЛГ»**

№ ПП	Показник	Площа, га / %	У тому числі за ТЛУ			
			A ₂	B ₁	B ₂	B ₃
1	Загальна площа за віком усього:	203,6 / 100	6,8	44,8	136,0	16,0
	у т.ч. до 10 років	7,8 / 3,8	6,8	1		
	від 11 до 20 років	18,7 / 9,2		12,6	6,1	
	від 21 до 40 років	95,5 / 46,9		2,2	93,3	
	від 41 до 60 років	63,8 / 31,4		29,0	34,8	
	від 61 до 80 років	17,8 / 8,7			1,8	16,0
2	За кількістю пошкоджених дерев:	203,6 / 100	6,8	44,8	150,4	133,5
	до 10 %	32,4 / 15,9	6,8		24,7	0,9
	від 11 до 20 %	154,1 / 75,7		40,5	98,5	15,1
	від 21 до 30 %	17,1 / 8,4		4,3	12,8	

Ураження дерев сосни звичайної кореневою губкою відбувається від 3-х річних культур до віку рубки головного користування. Найбільша частка ділянок насаджень сосни, уражених збудником, знаходиться у молодняках і у жердняковому періоді – 46,9 %. У середньовікових деревостанах їхня частка зменшується до 31,4 %, а у пристигаючих становить 8,7 %.

Кількість уражених збудником кореневої губки дерев сосни у насадженнях становить від 6,0 до 24,0 % від загальної кількості. Культури, в яких хворих дерев до 10 % (слабка ступінь), займають 15,9 % площ, а від 11 до 30 % (середня ступінь) – 84,1 %. Найбільший відсоток таких рослин (ураження 20–25 %) виявлено у насадженнях до 50 років. З віком насаджень і у зв'язку з вирубуванням уражених дерев (під час вибіркового санітарного рубок і рубок догляду) їхня кількість зменшується до 6–15 %.

Особливої уваги щодо проведення лісопатологічного моніторингу потребують деревостани сосни в умовах свіжого субору, де існує велика ймовірність ураження патогеном. У таблиці 3 наводиться опис стану насаджень, які створені на площах, що вийшли з-під сільськогосподарського користування і лісових ділянках двох вікових груп II–III і V–VI класів віку. Це чисті культури сосни звичайної із густотою садіння 8–10 тис. сіянців на 1га. На час проведення дослідження – це високопродуктивні, переважно I класу бонітету, середньоповнотні деревостани (табл. 3).

**Санітарний стан насаджень сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.)
за категоріями лісокультурних ділянок**

Категорії лісокультурних ділянок	ТЛУ	Клас віку	Склад лісових культур	Густота, тис. шт./га	Таксаційні показники насадження					Відпад, %	
					D, см	H, м	Бонітет	Повнота	Запас, м ³ /га	щорічний	патогенний
Свіжий зруб	B ₂	II	10Сз	4,7	4,5	5,0	I	0,7	40,0	3,7	23,2
Маргінальні	B ₂	II	10Сз	7,0	5,3	5,0	I	1,0	56,0	3,4	26,0
Свіжий зруб	B ₂	III	10Сз	3,7	10,4	12,5	I	0,8	176,0	2,2	44,1
Маргінальні	B ₂	III	10Сз	3,7	10,7	12,5	I	0,8	180,0	2,3	62,9
Свіжий зруб	B ₂	V	10Сз	1,1	20,2	20,4	I ^a	0,8	304,0	1,3	33,8
Маргінальні	B ₂	VI	10Сз	1,3	17,9	17,6	II	0,8	290,1	1,0	66,0

Живе надґрунтове вкриття, подекуди є рясним і досить строкатим та представлене такими видами: тонконіг лучний (*Poa pratensis* L.), костриця червона (*Festuca rubra* L.), звіробій звичайний (*Hypericum perforatum* L.), зіновать руська (*Chamaecytisus ruthenicus* Fisch. ex Wol.), щавель горобиний (*Rumex acetosella* L.), брусниця (*Vaccinium vitis-idaea* L.), орляк звичайний (*Pteridium aquilinum* L.) Kuhn), куничник тростинний (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth), конвалія звичайна (*Convallaria majalis* L.), віхалка гілляста (*Anthericum ramosum* L.), журавець кривавий (*Geranium sanguineum* L.), костяниця (*Rubus saxatilis* L.) та інші. У підліску трапляється горобина звичайна (*Sorbus aucuparia* L.), крушина ламка (*Frangula alnus* Mill.).

Порівняння сосняків на лісових і маргінальних ділянках у межах одного екологічного ряду – свіжий субір (B₂) – свідчить про те, що до періоду, який передувє масовому ураженню *H. annosum*, стан культур створених на зрубках є гіршим, ніж на ділянках, що вийшли із-під сільськогосподарського користування. У III класі віку ситуація змінюється. Зменшується щорічний відпад, визначений по кількості всихаючих і сухостійних дерев, від 3,7–3,4 % у II класі віку, до 1,3 % і у V 1,0 % у VI класах віку. Відпад, спричинений збудником кореневої губки, збільшується майже у три рази від 23,0–26,0 % до 63,0–66,0 %. Агресивність патогена у соснових деревостанах, що ростуть на

маргінальних ділянках, є вищою, у порівнянні з ділянками, що створені на лісових площах свіжих зрубів.

Наведені у таблиці характеристики насаджень відображають типовий розвиток хвороби (у віковому розрізі) в залежності від категорій лісокультурних ділянок, що спостерігаються у свіжих суборах.

Значна роль у боротьбі із збудником кореневої губки надається якісному проведенню рубок у соснових молодняках. Для дослідження вказаних показників Поліською АЛДС, УкрНДІЛГА у 1972 році закладені постійні дослідні ділянки у кв. 85 Богунського лісівництва ДП «Житомирське ЛГ» (Ткачук, 2004).

Насадження створено на землях колишнього військового полігону. Рубка проведена в ураженому насадженні у двох варіантах: сильне зрідження (інтенсивність рубки 27,0 %), помірне зрідження (інтенсивність рубки 20,0 %) і контроль – без зрідження.

Після рубки середній бал санітарного стану становив, відповідно І,3, І,4, І,6 бали, що вказує на позитивний вплив рубок догляду на покращення санітарного стану соснового деревостану. У насадженні переважали здорові (без ознак ослаблення) дерева сосни звичайної.

Обліки санітарного стану дерев, проведені на цій постійній пробній площі у 2021 році, дозволили виявити закономірності формування деревостану в осередках кореневої губки рубками догляду. На даний час за віком, це пристигаючий деревостан. Середній бал санітарного стану на контролі становив ІІ,7, при помірному зрідженні – ІІ,6 і сильному – ІІ,5 (табл. 4). Розрідження деревостану у молодому віці покращує санітарний стан насаджень сосни, однак, із зростанням віку насадження, коли агресивність патогену зростає, стійкість дерев послаблюється.

Необхідно зазначити, що відбувається значне зростання частки всихаючих і сухостійних дерев (ІV–ІVІ категорії стану). Деревостани відносяться до середнього ступеня ураження, де відсоток всихаючих і сухостійних дерев становить 28,6 % і наближується до сильного ступеня, тому рекомендуємо проведення суцільних санітарних рубок. Частка здорових дерев, без ознак ослаблення, становить всього 22,4–29,2 %. Вирубівання сухостійних дерев під час проведення санітарних рубок суттєво знижує вартість заготовленої деревини, а відповідно негативно впливає на економічні показники ведення лісового господарства.

**Сучасний санітарний стан насаджень сосни звичайної
в Богунському лісництві ДП «Житомирське ЛГ» (урочище «Тетерівка»)**

Секція	Загальна кількість дерев, шт.	у т. ч. за категоріями, шт. / %						Середній бал фіто-санітарного стану насаджень
		I	II	III	IV	V	VI	
Сильне зрідження	301	88 29,2	77 25,6	74 24,6	44 14,6	7 2,3	8 3,7	II,5
Помірне зрідження	285	64 22,4	83 29,1	70 24,6	43 15,1	15 4,2	13 4,6	II,6
Контроль	294	68 23,1	63 21,4	79 26,9	65 22,1	5 1,7	14 4,8	II,7

Висновки та перспективи подальших досліджень. Площа насаджень сосни звичайної (*P. sylvestris*), уражених збудником кореневої губки в державному лісовому фонді Житомирської області, становить 2,0 % від вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок. На землях колишнього сільськогосподарського призначення їх частка – 60,0 %. Зі збільшенням масивів чистих соснових культур у структурі лісового фонду спостерігаємо збільшення площ насаджень уражених кореневими гнилями.

Осередки збудника кореневої губки (*H. annosum*) найбільшого поширення набувають в умовах свіжих борів, суборів і складних суборів. Більше половини площ насаджень, в яких відмічені осередки кореневої губки, мають слабкий ступінь ураження. Найменша частка уражених кореневою губкою насаджень спостерігається у сухих та сирих умовах зволоження.

Зростання площ лісових ділянок, уражених кореневою губкою, особливо на староорних землях, пояснюється зміною гідрологічного режиму, ґрунти яких відзначаються нестабільністю рівня ґрунтових вод та структурою його механічного складу, високою об'ємною масою та твердістю ґрунту.

Ураження збудником кореневої губки соснових насаджень проявляється від I до IX класу віку. При цьому значного поширення (понад 78,0 %) хвороба набуває у насадженнях III–VI класів віку, що вказує на високу конкуренцію за поживні речовини у жердняковому періоді та середньовікових деревостанах. Ступінь ураження є середньою.

Густота лісових культур *P. sylvestris* понад 8–10 тис. шт. на 1 га у молодому

віці, створених на маргінальних ділянках, спричинює зниження їхньої стійкості до ураження збудником кореневої губки і куртинного усихання. Стійкість насаджень можна підвищити шляхом вчасного проведення рубок догляду сильної та помірної інтенсивності у молодому віці.

З метою вчасного виявлення нових осередків корневих гнилей і недопущення погіршення санітарного стану насаджень сосни звичайної на маргінальних лісових ділянках необхідно проводити лісопатологічний моніторинг, що дозволить вчасно здійснювати санітарно-оздоровчі заходи.

References

1. Asiegbu F. O., Adomas A. & Stenlid J. (2005). Conifer root and butt rot caused by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. s.l. *Molecular plant pathology*, 6 (4), 395–409 [in English]. <https://doi.org/10.1111/J.1364-3703.2005.00295.X>
2. Krasnov V. P., Tkachuk V. I. & Orlov O. O. (2011). *Dovidnyk iz zakhystu lisu* [Forest Protection Handbook]. Kyiv: Eko-inform [in Ukrainian].
3. Kashpor S. M. (Ed.), (2013). *Lisotaksatsiinyi dovidnyk* [Forest inventory handbook]. Kyiv: Vinnichenko [in Ukrainian].
4. Lozytsky V. G. (Ed.), (2012). *Osoblyvosti poshyrennia korenevoi hubky v sosnovykh nasadzheniakh Chernihivskoho Polissia* [Peculiarities of root rot fungus distribution in pine stands of Chernihiv Polissia]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 22(14), 74–79 [in Ukrainian]. https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2012/22_14/74_Loz.pdf.
5. Meshkova V. L. (Ed.), (2020). *Metodychni vказivky z nahliadu, obliku ta prohnozu poshyrennia shkidnykiv i zbudnykiv khvorob lisu dlia rivnynoi chastyiny Ukrainy* [Guidelines for the supervision, recording and forecasting of the spread of pests and pathogens of forest diseases for the flat part of Ukraine]. Kharkiv: Planeta- Print [in Ukrainian].
6. *Probnі ploshchi lisovporyadni*. (2007). [Trial forest management areas]. *Metod zakladannya: SOU 02.02-37-476:2006 vid 26 hrud. 2006 r.* Kyiv: Minahropolityky Ukrainy.
7. *Sanitarni pravyla v lisakh Ukrainy*. (2020). *Postanova KMU vid 27 lypnia 1995 r. Dokument 555-95-p: redaktsiia vid 12.12.2020, pidstava 1224-2020-p.* [Sanitary regulations in the forests of Ukraine: Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated July 27, 1995. Document 555-95-p: edition dated 12.12.2020, basis 1224-2020-p.]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-p>
8. Stegnyak V. (2020). *Zvit DSLP «Vinnytsialisozakhyst» za 2018–2019 rr.* [2018-2019 report of the State specialized forest protection enterprise Vinnytsia forest protection]. Vinnytsia [in Ukrainian].
9. Tkachuk V. I. (2004). *Problemy vyroshchuvannya sosny zvychnoi na Pravoberezhnomu Polissi* [Problems of growing Scots pine in the Right-Bank Polissia]. Zhytomyr: Volyn [in Ukrainian].
10. Tsyliuryk A. V. & Shevchenko S. V. (2008). *Lisova fitopatohiia* [Forest phytopathology]. Kyiv: KVITs [in Ukrainian].
11. Ustskiy I. M. (2011). *Gruntovi osoblyvosti sosnovykh nasazhen Novhorod-Siverskoho Polissia, urazhenykh korenevoiu hubkoiu* [Soil features of pine stands of Novgorod-Seversky Polissia, affected by the root rot fungus]. *Lisovy zhurnal*, 2, 48–52. <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/38859/10-Ustskiy.pdf>
12. Ustskiy I. M., Mykhailichenko O. A. & Dyshko V. A. (2020). *Spadkovi oznaky stiiokosti do korenevoi hubky siiantsiv sosny, vyroshchenykh iz nasinnia derev v oseredkakh usykhannia*

[Hereditary traits of resistance to root rot fungus in pine seedlings grown from tree seeds in areas of dieback]. Ukrainian Journal of Forest and Wood Science, 11(1), 78–86 [in Ukrainian]. <http://dx.doi.org/10.31548/forest2020.01.078>

13. Vedmid M. M., Shkudor V. D. & Buzun, V. O. (2008). Vidnovlennia pryrodnykh lisostaniv Zakhidnoho Polissia [Restoration of natural forest stands in Western Polissia]. Zhytomyr: Polissia [in Ukrainian].
14. Vyshnevskiy A. V. & Turko V. M. (2018). The spread of diseases in Volyn region forests. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy, 28(1), 51–54 [in English]. <https://doi.org/10.15421/40280110>

A. Vishnevsky, V. Vlasyuk, M. Shvets, V. Turko
Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine

AFFECTION OF PINE STANDS BY THE ROOT ROT FUNGUS IN ZHYTOMYR POLISSIA

*It has been established that Scots pine is the most unstable forest-forming woody plant in relation to the pathogen of the *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. in the conditions of Zhytomyr Polissia. It was found that the foci of the root rot fungus pathogen in coniferous stands of Zhytomyr Polissia have wide amplitude of representation. A reconnaissance survey of pine stands was done on an area of 6.8 thousand hectares. The research results show that Scotch pine forest stands, occupying 40 % of the surveyed areas, were healthy, without signs of pathological processes. Of the affected areas, and this is 4098.2 hectares of forest (60.0 %), stands with a weak degree of damage have the largest share 36.8%, with an average and severe degree, which is 21.8 and 1.4%, respectively. It was studied that the disease spreads in the fresh soils in fairly poor, poor, and fairly rich soil fertility classes. It has been confirmed that the *Heterobasidion* root disease is the most dangerous for 30-40-year-old pine stands, although it often affects 3-5-year-old plants, medieval 41-60-year-old pine stands dieback more intensively than young ones. The regularities of the formation of a forest stand in the foci of the root rot fungus by thinning during the census of the sanitary condition of trees on a permanent trial plot (Teterevka tract) in 2021 were revealed. At present, by age, it is premature standing timber. The average score of the sanitary condition on the control is II.7, with moderate liquefaction II.6 and strong II.5. Thinning a stand at a young age improves the sanitary condition of pine stands, however, with an increase in the age of the stand, when the aggressiveness of the pathogen increases, the resistance of trees weakens. It should be noted that there is a significant increase in the proportion of dieback trees (IV-VI categories of condition). Tree stands belong to the average degree of damage, where the percentage of dieback is 28.6 % and approaches a substantial degree, therefore we recommend clearcutting. The proportion of healthy trees without signs of weakening is only 22.4-29.2 %. It is recommended to do selective sanitary cutting with the felling of woody plants and dieback trees weakened by infested by harmful insects in case of a weak degree of damage, it is possible to do improvement felling. In areas with an average degree of damage, it is necessary to do selective sanitary felling, cutting dieback trees. Around the drying areas, it is necessary to lay a protective strip 10-15 m wide for cutting down latently infected trees. In areas with a strong degree of damage, it is recommended to do sanitary clearcutting).*

Key words: phytosanitary condition, forestry measures, *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., *Pinus sylvestris* L.

С. В. Горновська¹, Б. В. Скиба¹, Т. В. Панченко¹

¹Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ, ПОШИРЕННЯ ТА СИСТЕМА ЗАХИСТУ ВІД ЯБЛУНЕВОЇ ПОПЕЛИЦІ В УМОВАХ ДЕРЖАВНОГО ДЕНДРОЛОГІЧНОГО ПАРКУ «ОЛЕКСАНДРІЯ» НАН УКРАЇНИ

У статті наведено результати досліджень біології розвитку зеленої яблуневої попелиці *Aphis pomi* (De Geer, 1773) та розроблено систему захисту. Стаціонарні дослідження були закладені у яблуневих садах дендропарку сорту Айдаред. Використовували загальноприйнятні методики досліджень. Уточнено фенологію та біологію розвитку та поширення *Aphis pomi*. Встановлено не лише склад пошкодження різних видів кормових рослин у садово-паркових насадженнях дендрологічного парку «Олександрія», а й ступінь їх пошкодження. Так, найвищий ступінь заселеності кормових рослин фітофагом був у яблуні, кизильника блискучого та спіреї Серженца і становив в середньому 3 – 4 бали. Вивчено вплив погодних умов на розвиток зеленої яблуневої попелиці. Вихід личинок зеленої яблуневої попелиці із яєць відбувався у фази «зелений конус» та «розпускання бруньок» (II–III декади квітня). Масове відродження попелиць спостерігалось протягом третьої декади квітня. Початок розвитку другої генерації повністю співпадав з фазою «цвітіння». У другій декаді травня було відмічено появу самиць-розселювачок. Досліджено ефективність інсектицидів проти *Aphis pomi* (De Geer, 1773). Встановлено дію різних норм витрат препаратів на тривалість їх захисного ефекту. Встановлено, що застосування для обприскування яблуні проти *Aphis pomi* інсектициду Децис Профі 25 WG, в.г. з максимальною нормою витрати мав найвищу технічну ефективність, яка становила 99,2 %. Інсектицидна ефективність препаратів Моспілан, р.п та Каліпсо 480 SC, к.с була дещо нижчою і становила 94,4 – 98,7 %. Найвища токсичність інсектицидів спостерігалась у першій години після їх застосування на випробувальних ділянках. Протягом першої доби після використання препаратів мали високий рівень токсичності, який майже змінювався на п'яту та десятю добу після обробки. Визначення тривалості захисної дії інсектицидів засвідчило, що максимальною вона була при застосуванні Децис Профі 25 WG, в.г. і становила 30 діб. Дещо меншою тривалістю захисної дії характеризувалися Моспілан р.п. та Каліпсо 480 SC, к.с., яка коливалась в межах 20 - 29 діб.

Ключові слова: зелена яблунева попелиця, фенологія, інсектициди, Айдаред, ентомофаги.

¹Горновська Світлана Володимирівна, канд. с.- г. наук, асистент. E-mail: gornovskayasvetlana@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-8244-3523>;

¹Скиба Богдан Віталійович, магістр. E-mail: skyba2412@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0479-009X>;

¹Панченко Тарас Валентинович, канд. с.- г. наук, асистент. E-mail: panchenko.taras@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1114-5670>.

Вступ. Садівництво України – важлива галузь агропромислового комплексу, що забезпечує потреби населення в плодах, які містять комплекс важливих мікро- та макроелементів, вітамінів. Україна має значні переваги перед європейськими державами за природно-економічним потенціалом введення промислового садівництва і може вирощувати всі плодові культури помірного клімату: яблуню, грушу, вишню, черешню, абрикос, сливу.

В Україні, як і у всіх розвинених країнах світу, яблуня є основною плодовою породою, частка якої становить близько 70 % у структурі плодкових насаджень [14].

На сучасному етапі розвитку садівництва вирощування плодкових та декоративних культур неможливо без впровадження новітніх технологій вирощування високоякісного матеріалу, що базуються на вирішенні проблеми захисту насаджень від шкідників й хвороб.

У яблуневих садах України налічується понад 250 видів шкідливих комах, кліщів і гризунів, що ослабляють життєдіяльність культурних рослин упродовж вегетації, за відсутності чи несвоєчасного проведення захисних заходів проти них вихід товарної продукції знижується на 18 – 32 % [13].

Значної шкоди яблуневим садам завдають шкідливі види з числа сисних членистоногих, зокрема попелиці [12]. Чільне місце за шкідливістю належить зеленій яблуневій попелиці (*Aphis pomi* Deg.). Нині спостерігається збільшення площ насаджень, заселених цим видом, що пояснюється особливостями біології шкідника та сучасних технологій вирощування плодів (змінami в асортименті сортів, в першу чергу з більшим вмістом цукрів, збільшення щільності дерев інше) [14].

Молодим деревам найбільшої шкоди можуть завдавати попелиці, що пошкоджують листя, молоді пагони. При масовому розмноженні попелиць листя скручується, пагони викривляються, погіршується приріст.

Однак, незважаючи на шкідливість зеленої яблунової попелиці, вивчення шкідника на популяційно-біоценотичному рівні останнім часом детально не проводилося. Тому виникла необхідність уточнення особливостей біології, фенології розвитку цього фітофага, розроблення ефективних заходів захисту та системи моніторингу, яка могла б використовуватися спеціалістами по захисту рослин, дрібними землекористувачами.

Матеріали і методи досліджень. Спостереження та обліки, польові та лабораторні дослідження проводились в умовах державного дендрологічного парку «Олександрія НАН України протягом 2019-2021 рр.

Територіальна зона основних досліджень знаходиться в Центральному Лісостепу України на Правобережному плато Придніпровської височини. Клімат

зони помірно континентальний і характеризується нестійким зволоженням та помірними температурами.

Облік чисельності зеленої яблуневої попелиці здійснювався впродовж вегетаційного періоду на саджанцях яблуні сорту Айдаред.

Обстежували ділянки розміром 0,5 га плодово-декоративного розсадника. Для кожного варіанту було обрано 10 облікових дерев. Чисельність попелиці визначали на першу, п'яту та десятю добу після обробки.

Вивчення фенології розвитку фітофага проводили шляхом щорічних обстежень за ізольованими особинами на дворічних саджанцях. При цьому відмічали початок, тривалість та закінчення періодів розвитку попелиці та проводили обліки чисельності, шкідливості комах у природньому середовищі.

У полях розсадника заселеність зеленою яблуневою попелицею саджанців яблуні визначали при огляді 100 розеток листків. Оцінку заселеності фітофагом кормових рослин визначали за шестибальною шкалою.

Коефіцієнт пошкодження вираховували за формулою:

$$K_n = \frac{A \cdot B}{100 \%}$$

де K_n - коефіцієнт пошкодження;

A – відсоток пошкоджених рослин;

B – середній бал пошкодження

Ефективність інсектицидів та біологічних препаратів проти зеленої яблуневої попелиці визначали в польових розсадниках за загальноприйнятими методиками [16].

Статистичну обробку отриманих результатів проводили із використанням комп'ютерної програми STATGRAPHICS 6.0.

Аналіз літературних джерел. Попелиці (Aphidinea) належать до підряду рівнокрилих комах (Homoptera), який включає 12 родин та близько 2500 видів. Усього на планеті налічується їх нараховується близько трьох тисяч [8].

За даними В. В. Журавльова [4], видовий склад попелиць України охоплює 314 видів та підвидів з 11 родин та 111 родів.

Всі вони є шкідниками плодів культур та розсадників декоративних рослин. Зелена яблунева попелиця (*Aphis pomi* Deg.) є одним з найбільш поширених фітофагів плодів садів, декоративних культур та лісових розсадників [1].

Зелена яблунева попелиця (*Aphis pomi* Deg.) за систематичним положенням належить до класу Insecta, ряду Homoptera, підряду Aphidinea, надродини Aphidoidea, родини Aphididae, підродина Aphidinae, триби Aphidini, підтриби Rhopalosiphina, роду Aphis.

Фітофаг є одним з найбільш поширених шкідників плодових садів, парків та лісових розсадників. Вперше зелену яблуневу попелицю описав шведський ентомолог К. Дегер [6].

Перший опис шкідливості зеленої яблуневої попелиці був представлений Л. П. Кеппен [11]. І. А. Порчинський [21, 22] наводить короткий опис її біології для Криму. Більш детально біологію описує О. К. Мордвілко [17].

Досліджено, що *Aphis pomi* Deg. Має від 6 живородячих поколінь на півночі до 16 на півдні в Криму [21] та Молдові [2, 3] розвивається 8-15 генерацій за сезон. В Середній Азії зелена яблунева попелиця розвивається в 15-20 генераціях [19]. Тобто, кількість генерацій попелиці поступово збільшується в південному напрямку.

Кількість генерацій у *Aphis pomi* Deg. не є постійною [20, 23], вона може різнитися навіть в одній місцевості. В роки з тривалим та теплим осіннім періодом генерацій яблуневої попелиці більше, ніж в роки з ранньою осінню, коли раніше закінчується вегетація рослин [8, 9].

Найбільшу чисельність зеленої яблуневої попелиці було відмічено в першій половині літа (травень-червень). За цей період розвивається 5-6 генерацій. В середині літа, по мірі послаблення ростових процесів, здерев'яніння пагонів та посилення діяльності природних ворогів, чисельність попелиці знижується. В цей час зменшується вага та плодючість самиць. Повторне підвищення чисельності фітофага відмічено наприкінці серпня та у вересні при поновленні вторинного росту пагонів [5, 10].

Серед ентомологів існувала думка про те, що зелена яблунева попелиця є основним шкідником розсадників та молодих садів. В літературі зустрічаються свідчення, в яких повідомляється, що в старих садах вона, як шкідник значення не має. О. К. Мордвілко [17] зокрема відмічає, що зелена яблунева попелиця віддає перевагу молодим, більш соковитим рослинам.

За даними В. А. Мамонтової [15], масово зелена яблунева попелиця в дендропарку «Олександрія» відмічалась на рослинах підродина *Romoidea* з родини *Rosaceae* Г. І. Драган [7] вказує на заселення фітофагом глоду перистонадрізаного, кизильника блискучого, кизильника Дільса, а також спіреї Саржента та спіреї Дугласа.

М. М. Нарзікулов [18], в свою чергу, пояснює міграцію попелиць на проміжні рослини погіршенням умов живлення на основних рослинах.

В даний час майже всі рослини, які пошкоджує зелена яблунева попелиця, вирощуються як декоративні, плодові в різних типах розсадників, кількість яких останнім часом стрімко зростає.

Аналізуючи літературні зроблено висновок, що зелена яблунева попелиця є одним з найнебезпечніших шкідників плодових та декоративних культур в

садах та розсадниках України, лісопаркових насадженнях, тенденція якого немає тенденції до зменшення.

Слід зазначити, що біологія шкідника в умовах дендрологічного парку «Олександрія» вивчена недостатньо. Тому виникла необхідність уточнити особливості фенології, біології та сезонної динаміки чисельності зеленої яблуневої попелиці та розробити захисні заходи проти неї.

Результати досліджень. Дослідження проводили на території розсадника державного дендрологічного парку «Олександрія» НАН України, загальна площа якого становила 10 га.

Під час проведення обліків протягом трьох років було встановлено, що видовий склад шкідників розсадника був представлений 47 видів комах з 5 рядів та 24 родин. Встановлено, що найбільш чисельною була родина Aphididae, яка включала 8 основних видів попелиць.

У розсаднику на більшій кількості культур зустрічалася зелена яблунева попелиця (*Aphis pomi* Deg.), яка завдавала шкоди різним видам садових та декоративних насаджень.

Спостереження за відродженням личинок *Aphis pomi* з яєць, що перезимували, проводили на саджанцях яблуні сорту Айдаред.

Проведені спостереження показали, що навесні 2019 року виживаність яєць зеленої яблуневої попелиці, незважаючи на різкі перепади температур взимку із зниженням до $-20,1$ °C, сягала близько 84 – 90 % (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив погодних умов на перезимівлю яєць зеленої яблуневої попелиці (*Aphis pomi* Deg.) на саджанцях яблуні сорту Айдаред в умовах розсадника дендропарку «Олександрія» НАН України, 2019 – 2021 рр.

Рік	Загибель від дії низьких температур повітря, %	Мінімальна температура повітря, °C
2019	10–16	-20,1
2020	6–8	-18,4
2021	5–7	-16,2

Впродовж періоду досліджень було встановлено, що на перезимівлю яєць фітофага впливала температура повітря. У роки з вищими температурами (2020–2021 рр.) відсоток яєць попелиці, що вижили становив 92–94% та 93–95 %.

Масове відродження попелиць спостерігалось протягом третьої декади квітня. Початок розвитку другої генерації повністю співпадав з фазою

«цвітіння». У другій декаді травня було відмічено появу самиць-розселювачок (рис. 1).



Рис. 1. Колонія зеленої яблуневої попелиці на саджанці яблуні Айдаред, дендропарк «Олександрія» НАН України, 2019 р.

Початок відкладання яєць самицями спостерігалось 15 жовтня. Масово цей процес тривав 12 діб. Протягом вегетаційного періоду фітофаг розвивався у 14 генераціях. Погодні умови протягом 2019 року сприяли розвитку та розмноженню зеленої яблуневої попелиці (табл. 2).

Таблиця 2

Відродження зеленої яблуневої попелиці (*Aphis pomi* Deg.) на саджанцях яблуні сорту Айдаред в умовах розсадника дендропарку «Олександрія» НАН України, 2019 – 2021 рр.

Стадія	Дата	Фенофаза яблуні	Сума ефективних температур (вище + 5 °С)
2019			
початок відродження	07.04	«набубнявіння бруньок»	32,2
масове відродження	10.04	«набубнявіння бруньок»	45,6
закінчення відродження	15.04	«зелений конус»	84,4
2020			
початок відродження	08.04	«набубнявіння бруньок»	30,5
масове відродження	12.04	«набубнявіння бруньок»	48,7
закінчення відродження	16.04	«зелений конус»	80,4
2021			
початок відродження	20.04	«набубнявіння бруньок»	21,3
масове відродження	24.04	«набубнявіння бруньок»	44,2
закінчення відродження	29.04	«зелений конус»	74,0

Масове відродження попелиць спостерігалось протягом третьої декади квітня. Початок розвитку другої генерації повністю співпадав з фазою «цвітіння». У другій декаді травня було відмічено появу самиць-розселювачок.

Початок відкладання яєць самицями спостерігалось 15 жовтня. Масово цей процес тривав 12 діб. Протягом вегетаційного періоду фітофаг розвивався у 14 генераціях. Погодні умови протягом 2019 року сприяли розвитку та розмноженню зеленої яблуневої попелиці.

У 2020 році масове відродження попелиць майже співпадало з минулорічним і спостерігалось 12 квітня за СЕТ 48,7 °С. Загальна тривалість процесу відродження складала 10 діб. Протягом вегетаційного періоду було відмічено 13 генерацій фітофага.

Розвиток попелиць у 2021 році практично не відрізнявся від попередніх років. Масове їх розмноження розпочалося з третьої декади квітня за СЕТ 44,2 °С. Відкладання яєць тривало до 18 жовтня при температурі + 5,6 °С. Всього за вегетаційний період відмічалось 14 генерацій.

Проведення досліджень (20219 – 2021 рр.) дозволило встановити ступінь пошкодження кормових рослин попелицею в умовах дендропарку, оцінку якого проводили за шестибальною системою [16, 23] (табл. 3).

Таблиця 3

Ступінь заселення зеленою яблуневою попелицею (*Aphis pomi* Deg) кормових рослин в умовах дендропарку «Олександрія» НАН України, 2019-2021рр.

Кормова рослина	Ступінь заселеності, бал		
	Рік		
	2019	2020	2021
<i>Malus domestica</i> Borkh. (саджанці)	4	4	4
<i>M. niedzwetzkyana</i> Dieck.	2	2	2
<i>Cotoneaster dammeri</i> Schneid	2	1	1
<i>C. Lucidus</i> Schneid	3	3	3
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	3	3	3
<i>Aronia melanocarpa</i> L.	1	2	1
<i>Crataegus mongyna</i> Jacq.	2	2	1
<i>C. punctata</i> Jacq.	1	2	2
<i>Cydonia vulgaris</i> Pers.	3	3	3
<i>Mespilus germanica</i> L.	2	3	3
<i>Pyrus communis</i> L.	3	2	3
<i>Prunus domestica</i> L.	3	3	2
<i>Chaenomeles japonica</i> (Thum.) Lindl.	3	3	3

Оцінюючи заселеність кормових рослин зеленою яблуневою попелицею (*Aphis pomi* Deg.), було встановлено, що найбільшого пошкодження за всі роки досліджень зазнали саджанці яблуні – 4 бали. Значно меншим воно було у кизильника блискучого (3 бали).

Пошкодження, які були завдані попелицею глодам, горобині звичайній, яблуні Недзвецького, яблуні східній, айві, груші, сливи становило 2-3 бали.

Попелиці, які пошкоджують кормові рослини суттєво впливали на зміну фізіологічних, біохімічних та біометричних показників.

Так, в результаті визначення впливу заселеності фітофагом кормових рослин встановлено, що із підвищенням її ступеня пошкодження річний приріст пагонів у них зменшувався (рис. 2).



Рис. 2. Пагони кизильника блискучого з різним ступенем заселеності зеленою яблуневою попелицею, дендропарк «Олександрія» НАН України (2019 р.)

Якщо у варіанті з слабкою або відсутньою заселеністю зеленою яблуневою попелицею (*Aphis pomi* Deg.) цей показник у яблунь Айдаред, Голден Резистент, Недзвецького та кизильника блискучого становило 76,6 см, 52,0 та 54,2, то у варіанті, де культури були сильно заселені фітофагом, він знижувався на 20-35 % і складав 56,5 см; 32,0 та 36,4.

Таким чином, дослідження з вивчення впливу ступеня заселеності фітофагом площі листкової поверхні кормових рослин було встановлено суттєве її зменшення через зростання кількості комах зеленої яблуневої попелиці.

Вивчення сезонної динаміки чисельності зеленої яблуневої попелиці проводилося з метою удосконалення інтегрованої системи захисту культур.

Чисельність попелиць залежить від метеорологічних факторів та стану кормових культур, які й впливають на характер та інтенсивність розмноження фітофагів.

Проведені дослідження протягом 2019–2021 рр. показали, що у весняний період 2019 року спостерігалось збільшення чисельності зеленої яблуневої попелиці, заселеність якою саджанців яблуні в кінці травня досягнула 85%. Цьому сприяла підвищена температура повітря, яка наприкінці травня сягала +24 °С. Такий рівень заселеності фітофагом протримався до другої липня.

На початку вересня спостерігалось зниження рівня заселеності саджанців яблуні фітофагом і вже наприкінці жовтня становило менше 8%, а повне зникнення *Aphis pomi* відбулося у першій декаді листопада через різке зниження температури повітря до -1,8 °С.

У 2020 році заселення рослин зеленою яблуневою попелицею спостерігалось, починаючи з третьої декади травня, а максимум 80% був в середині червня, після чого спостерігалось її поступове зниження (рис. 3).



Рис. 3. Заселення саджанців яблуні сорту Айдаред зеленою яблуневою попелицею (розсадник парку «Олександрія» НАН України, 2020 р.

Слід відмітити, що відсутність достатньої кількості опадів в літній період, сума яких була меншою у 2,5 рази в порівнянні з середньо-багаторічним показником, а ГТК рідко перевищував 0,5, спричинило значне погіршення стану кормової бази, що призвело до зниження чисельності фітофагу на саджанцях яблуні.

Друга половина осені характеризувалася сприятливим температурним режимом для розвитку *Aphis pomi*, який продовжувався до кінця листопада.

Протягом 2021 року заселення саджанців зеленою яблуневою попелицею спостерігалось, починаючи з третьої декади травня, а максимум був досягнутий в середині червня (82%), після чого проходило поступове зниження.

Зменшення чисельності зеленої яблуневої попелиці спостерігалось наприкінці вересня, коли пройшли довготривалі дощі.

Під час проведення досліджень було відмічалися спади чисельності зеленої яблуневої попелиці, а також за сприятливих умов розвитку підвищувалась чисельність фітофага. Тому виникла необхідність розробити ефективну і безпечну для навколишнього середовища систему захисту проти попелиці.

Для цього проводили обприскування саджанців яблуні протягом III декади травня та I декади червня, коли чисельність фітофага перевищувала економічний поріг шкідливості. Всі досліджувані препарати мали високу токсичність проти сисних шкідників (табл. 4).

Таблиця 4

Ефективність інсектицидів проти зеленої яблуневої попелиці *Aphis pomi* Deg. (дендропарк «Олександрія НАН України, 2019–2021 рр.

Варіант	Норма витрати препаратів, л	Ефективність, %			Тривалість захисної дії, днів
		кількість діб після обприскування			
		1	5	10	
Контроль (вода)	-	2,6	3,1	4,0	-
Децис Профі 25 WG, в.г.	0,05	75,0	82,2	85,3	26
Децис Профі 25 WG, в.г.	0,07	86,2	91,6	93,5	29
Децис Профі 25 WG, в.г.	0,10	96,5	98,4	99,2	30
Каліпсо 480 SC, к.с.	0,15	72,5	80,6	82,0	26
Каліпсо 480 SC, к.с	0,20	86,5	90,3	91,8	27
Каліпсо 480 SC, к.с	0,25	96,0	98,4	98,7	29
Моспілан, р.п.	0,10	70,2	74,0	76,8	18
Моспілан, р.п.	0,15	78,0	83,5	84,8	20
Моспілан, р.п.	0,20	91,4	93,0	94,4	24

Встановлено, що інсектицид Децис Профі 25 WG, в.г. з максимальною нормою витрати мав найвищу технічну ефективність, яка становила 99,2%. Інсектицидна дія препаратів Моспілан, р.п та Каліпсо 480 SC, к.с була дещо нижчою і становила 94,4–98,7%.

Найвища токсичність інсектицидів спостерігалась у перші години після їх застосування на випробувальних ділянках. Протягом першої доби після використання препаратів мали високий рівень токсичності, який майже змінювався на п'яту та десятю добу після обробки.

Визначення тривалості захисної дії інсектицидів засвідчило, що максимальною вона була при застосуванні Децис Профі 25 WG, в.г. і становила 30 діб. Дещо меншою тривалістю захисної дії характеризувалися Моспілан р.п. та Каліпсо 480 SC, к.с., яка коливалась в межах 20–29 діб.

Обговорення отриманих результатів. Впродовж періоду досліджень було встановлено, що видовий склад шкідників розсадника був представлений 47 видів комах з 5 рядів та 24 родин. Визначено, що найбільш чисельною була родина Aphididae, яка включала 8 основних видів попелиць.

У розсаднику дендропарку «Олександрія» НАН України на більшій кількості культур зустрічалася зелена яблунева попелиця (*Aphis pomi* Deg.), яка завдавала шкоди різним видам садових та декоративних насаджень.

Максимальну чисельність *Aphis pomi* було відмічено у літній період і лише незначне її скорочення зумовлювалось зниженням температури повітря та випаданням великої кількості опадів.

Однак, значна кількість опадів протягом певного періоду може зумовлювати й збільшення чисельності попелиці, що пояснюється стимулюванням ростових процесів у рослин, як наслідок й покращенням умов живлення зеленої яблуневої попелиці.

Слід зазначити, що високі температури повітря в комплексі з недостатньою кількістю опадів можуть також негативно впливати на чисельність фітофага.

Найвищий ступінь заселеності кормових рослин зеленою яблуневою попелицею був у яблуні, спіреї Саржента, кизильника блискучого і становив в середньому 3–4 бали.

У результаті дослідження визначено, що у варіанті з слабкою або відсутньою заселеністю зеленою яблуневою попелицею (*Aphis pomi* Deg.) річний приріст пагонів у яблуні Айдаред, я. Голден Резистент, я. Недзвецького та кизильника блискучого становило 76,6 см, 52,0 та 54,2, то у варіанті, де культури були сильно заселені фітофагом, він знижувався на 20–35% і складав 56,5 см; 32,0 та 36,4.

Так, в результаті визначення впливу заселеності фітофагом кормових рослин встановлено, що із підвищенням її ступеня пошкодження цей показник річний приріст у них зменшувався.

Для того щоб зменшити та регулювати чисельність зеленої яблуневої попелиці необхідно було вибрати ефективні і водночас безпечні інсектициди для

навколишнього середовища. В зв'язку з цим, у 2019–2021 рр. були проведені дослідження з вивченням ефективності інсектицидів проти фітофага.

Для цього обприскували саджанці яблуні протягом III декади травня та I декади червня, коли чисельність фітофага перевищувала економічний поріг шкідливості. Всі препарати (Децис Профі 25 WG, в.г., Моспілан, р.п та Каліпсо 480 SC), які випробовувались, мали високу токсичність проти сисних комах.

Висновки. У результаті досліджень проведених в умовах державного дендрологічного парку «Олександрія» НАН України 2019–2020 рр. вивчено особливості біології зеленої яблуневої попелиці та розроблено систему захисту рослин від неї у розсадниках плодкових та декоративних культур.

Спостереження за відродженням личинок *Aphis pomi* з яєць, що перезимували, проводили на саджанцях яблуні сорту Айдаред. Проведені спостереження показали, що навесні 2019 року виживаність яєць зеленої яблуневої попелиці, незважаючи на різкі перепади температур взимку із зниженням до $-20,1^{\circ}\text{C}$, сягала близько 84–90 %. Впродовж періоду досліджень було встановлено, що на перезимівлю яєць фітофага впливала температура повітря. У роки з вищими температурами (2020–2021 рр.) відсоток яєць попелиці, що вижили становив 92–94% та 93–95%. Масове відродження попелиць спостерігалось протягом третьої декади квітня. Початок розвитку другої генерації повністю співпадав з фазою «цвітіння». У другій декаді травня було відмічено появу самиць-розселювачок.

Встановлено, що інсектицид Децис Профі 25 WG, в.г. з максимальною нормою витрати мав найвищу технічну ефективність, яка становила 99,2%. Інсектицидна дія препаратів Моспілан, р.п та Каліпсо 480 SC, к.с була дещо нижчою і становила 94,4–98,7 %.

Для розвитку садівництва в Україні необхідно обов'язково зменшити пестицидне навантаження на агроценози та навколишнє середовище за рахунок зменшення використання високотоксичних препаратів і застосування препаратів з малими нормами витрати. Екологічна безпека повинна включати комплекс заходів: фітосанітарний моніторинг і прогноз, формування та застосування екологічного асортименту пестицидів, інтегрована система захисту рослин, дотримання карантинних заходів і технології.

References

1. Bei-Byenko H.Ia. (1980). Obshchaia entomolohiya Moskva.: Vyssh. Shkola. 416 s.
2. Bohdanov V.N. (1954). Vredytely u bolezny plodovykh nasazhdenyi v Moldavyy. Kyshynëv. 187 s.
3. Vereshchahyn B.V. (1965). Nekotorye ytohy u perspektivy uzucheniya dendrofylnoi afydofauny Moldavyy. Vrednaia u poleznaia fauna bespozvonochnykh v Moldavyy. Kyshynëv. Vyp. 1. S. 3-24.

4. Vereshchahyn B. V., V. V. Vereshchahyna (1973). Byolohycheskoe obosnovanye zashchyty drevesnykh nasazhdeniy ot tlei. Fauna y byolohyia nasekomykh Moldavyu. Kyshynëv: Shtyyntsa. S. 114-129.
5. Hornovska S.V., Khaba H.M. (2021). Perspektyvy vprovadzhennia innovatsiinykh tekhnolohii v silskomu hospodarstvi Ukrainy // Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Innovatsiini tekhnolohii v ahronomii, zemleustroi, elektroenerhetytsi, lisovomu ta sadovo-parkovomu hospodarstv». Bila Tserkva. S. 11-13 [in Ukrainian].
6. De Geer K. (1773). Memories pour server a l'histoire des insects. Stochkolm. v. 3. mem. II, II. S. 87–279. [in English].
7. Drahan H. Y. (1983). Dendrofylnye tly dendroparka «Aleksandryia» // V kn.: Systematyka y ekolohyia tlei – vredytelei rastenyi. Ryha: Zynatne, 1983. S. 20-22. [in Ukrainian].
8. Dovidnyk iz zakhystu roslyn; (1999). Za red. M. P. Lisovoho. K.: Urozhai. 744 s. [in Ukrainian].
9. Zakhyst molodoho sadu v umovakh navchalno-naukovoho vyrobnychoho kompleksu Sumskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu (2012). [Demenko V. M., Tokman V. S., Sarbash V. M., Vasianin R. O.] // Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu. Seriia «Ahronomiia i biolohiia». Vyp. 2 (23). S. 62–64. [in Ukrainian].
10. Kazanok H.T. (1972) Tly -vredytely yablony v nyzhnem Prydneprove y metody borby s nymy: avtoref. dyss. na soyskanye uchen. Stepeny kand. Byol. nauk: spets. 03.00.09 «Entomolohyia» / H.T. Kazanok. Odessa. – 24 s.
11. Keppen F.P. Vrednye nasekomye. SPb. (1881–1883). T. 1. 372 s.; T. 2. 585 s.; T.3. 548 s. [Aphides (Tly yly lystvennye): 414–493 s.
12. Kontseptsiia ta haluzeva Prohrama rozvytku sadivnytstva Ukrainy na period do 2025 roku/Ministerstvo ahrarynoi polityky Ukrainy (2008). Ukrainaska akademiia ahrarynykh nauk (nakaz № 444/74Z vid 21.07.2008 r.) [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: http://www.uazakon.com/documents/date_cu/pg_gbwsl/index.htm. [in Ukrainian].
13. Kuian V. H. (2004). Spetsialne plodivnytstvo. Navchalnyi posibnyk. Kyiv : Svit, 2004. 464 s.
14. Lapa O. M., Drozda V.F., Shvets M.V. (2004). Zakhyst zerniatkovykh sadiv. Kyiv : Svit. 78 s. [in Ukrainian].
15. Mamontova V.A. (1953). Tly selskokhoziaistvennykh kultur pravoberezhnoi lesostepy / V.A. Mamontova. K.: Yzd.-vo AN. 72 s.
16. Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv (2001). Za red. Prof. S.O. Trybelia. K.: Svit. S.137-138. [in Ukrainian].
17. Mordvylko A. K. (1896). Byolohyy tlei yz podsemeistva Aphididae y Pemphiginae.
18. Narzykulov M.N. (1954). Tly Vakhshskoi dolyny y nauchnye osnovy borby s vrednymy vydamy // Tr. AN Tadzh. T. 15. S. 17–126.
19. Nevskiy V.P. Tly Srednei Azyy / V.P. Nevskiy. Yzd. (1929). Uzb. Orytn. St. zashch. rast. Tashkent. № 16. 424 s.
20. Omelchenko I.K. (2005). Kultura yabluni v Ukraini / I.K. Omelchenko. K.: Urozhai. 302 s. [in Ukrainian].
21. Porchynskiy Y. (1967). Nasekomye, vrediashchye plodovym sadam v Krymu. Moly y ohnevky / A.A. Popova. L.: Nauka. 292 s.
22. Porchynskiy Y. (1889). Nasekomye, vrediashchye plodovym sadam v Krymu. Krasnaia y nekotorye druhye tly / Y. Porchynskiy Symferopol. 30 s.

23. Popova A. A. (1956). Vlyianye kormovoho faktora na rozvytye y rozmnozhenye tlei (na prymerе rozmnozhenyia zelënoi yablonnoi tly *Aphis pomi* Deg.): avtoref. dyss. na soyskanye nauch. Stepeny kand. byoloh. L. 42 s.

24. Trybel S. O., Siharova D. D., Sekun M. P. i in. (2001). Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv; za red. S. O. Trybelia. K.: Svit. 448 s. [in Ukrainian].

S. V. Hornovska¹, B. V. Skyba¹, T. V. Panchenko¹

¹*Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine*

BIOLOGICAL FEATURES OF THE DEVELOPMENT, DISTRIBUTION AND SYSTEM OF PROTECTION AGAINST THE APPLE APHID IN THE CONDITIONS OF THE STATE DENDROLOGICAL PARK «ALEKSANDRIYA» NAN OF UKRAINE

*The article presents the results of research on the biology of the development of the green apple aphid *Aphis pomi* (De Geer, 1773) and developed a protection system. Stationary experiments were established in the apple orchards of the Arboretum of the Idared variety. Generally accepted research methods were used. The phenology and biology of the development and distribution of *Aphis* have been clarified. after Not only the composition of the damage of different types of forage plants in the garden and park plantings of the Oleksandria dendrological park, but also the degree of their damage was established. Thus, the highest degree of phytophagous population of fodder plants was in the apple tree, the brilliant cotoneaster, and Sergent's spirea and averaged 3-4 points. The influence of weather conditions on the development of green apple aphid was studied. The hatching of green apple aphid larvae from eggs took place in the "green cone" and "bud opening" phases (II–III decades of April). A mass revival of aphids was observed during the third decade of April. The beginning of the development of the second generation completely coincided with the "flowering" phase. In the second decade of May, the appearance of female settlers was noted. The effectiveness of insecticides against *Aphis pomi* (De Geer, 1773) was studied. The effect of different consumption rates of drugs on the duration of their protective effect has been established. It was established that the use of Decis Profi 25 WG insecticide for spraying apple trees against *Aphis pomi*, v.g. with the maximum consumption rate had the highest technical efficiency, which was 99.2%. The insecticidal efficiency of the preparations Mospilan, r.p. and Kalypso 480 SC, k.s. was slightly lower and amounted to 94.4 - 98.7%. The highest toxicity of insecticides was observed in the first hours after their application on the test plots. During the first day after using the drugs, they had a high level of toxicity, which almost changed on the fifth and tenth days after treatment. Determining the duration of the protective action of insecticides proved that it was the maximum when using Decis Profi 25 WG, v.g. and was 30 days. Mospilan r.p. was characterized by a somewhat shorter duration of protective action. and Calypso 480 SC, hp, which fluctuated between 20 - 29 days.*

Key words: green apple aphid, phenology, insecticides, Idared, entomophages.

М. Я. Гументик¹, Я. Д. Фучило², Н. С. Зацерковна¹, В. М. Гументик¹

¹Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, м. Київ, Україна

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

ПРОДУКТИВНІСТЬ БІОМАСИ ВЕРБИ ПРУТОВИДНОЇ (*S. VIMINALIS* L.) ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Наведено результати досліджень росту і розвитку енергетичних плантацій верби прутовидної (*S. viminalis* L.) в умовах Центрального Лісостепу України. Дослідження виконувалися впродовж 2015-2018 рр. у ДП ДГ «Саливківське» (с. Ксаверівка Друга Білоцерківського району Київської області), яке розташоване в зоні нестійкого зволоження. Садіння живців завдовжки 25 см здійснювалось у 4 строки: третя декада вересня, третя декада жовтня, друга декада квітня та перша декада травня. Перший механізований догляд за ґрунтом був проведений невдовзі після початку вегетаційного періоду, а наступні два проводились залежно від щільності ґрунту (1,2–1,25 г/см² і більше) та за наявності бур'янів. Для максимального знищення бур'янів і зменшення необхідності застосування ручної праці, одночасно з культивацією проводили присипання бур'янів ґрунтом у рядках. При цьому, як показали дослідження, знищується 50-60% бур'янів. Дослідження проводились за традиційними у лісівництві та рослинництві методами. Встановлено, що садіння, виконане у третій декаді вересня, забезпечило укоріненість живців верби прутовидної на 90%, проведене у кінці жовтня – на 84%, у середині квітня – на 77%, а у першій декаді травня – на 69%. У наступні роки відпад рослин був незначним. На час досліджень куці верби прутовидної мали середню висоту 254-260 см, а річний приріст за висотою становив 150-160 см. Біомасу енергетичної верби слід збирати пізно восени, зимою, або ранньою весною, за відсутності сокоруху в рослинах. В той час вологість біомаси складає 50-55%. Багаторічними даними встановлено, що за продуктивності сирової біомаси верби прутовидної в межах 40-60 т/га і виході сухої речовини 45-50%, урожай сухої біомаси складає від 20 до 24 т/га. Середній однорічний приріст біомаси найвищим виявився у варіанті зі збиранням урожаю через кожні 2 роки, при цьому, в розрахунку на 1 рік, у верби прутовидної урожай свіжозрізаної деревної маси становив 25,5 т/га. В середньому по енергетичній плантації верби за один вегетаційний період можна отримати урожай сухої біомаси в межах 13–15 т (теплотворна здатність паливної тріски 12-14 МДж/кг), що становить 200-225 ГДж/га енергії, або біля 250-300 МВт/год електроенергії з 1 га.

Ключові слова: біоенергетика; біопаливо; біомаса; живці; елементи технології вирощування, строки садіння; густина садіння; продуктивність.

¹Гументик Михайло Ярославович, д-р с.-г. наук, с.н.с., зав. лабораторії. Е-mail: hmy@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-9052>;

²Фучило Ярослав Дмитрович, д-р с.-г. наук, професор, завідувач кафедри лісівництва та захисту лісу. Е-mail: fuchylo_yar@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-2669-5176>;

¹Зацерковна Наталія Сергіївна, канд. с.-г. наук. Е-mail: nzatserkovna@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0003-2542-4165>;

¹Гументик Володимир Михайлович, фахівець. Е-mail: hmy@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0001-9052>.

Вступ. Інтенсивна експлуатація запасів викопних джерел енергії призводить до значного забруднення атмосфери шкідливими викидами, що спричиняє парниковий ефект і кліматичні зміни на планеті [1; 2; 3; 6; 12]. Як альтернатива викопних джерел енергії активно впроваджується і розвивається біоенергетика. Використання біомаси у якості джерела енергії сприяє значному зменшенню негативного впливу на довкілля [4].

В останнє десятиліття в більшості розвинених країн, у результаті прийняття екологічних директив та новлених енергетичних стратегій, стрімко зростає рівень використання біопалива, що посилює роль сільського господарства як постачальника сировини для його виробництва. Сучасна біоенергетика є новим джерелом попиту на продукцію сільськогосподарських підприємств, що стимулює підвищення місцевих доходів, створення нових робочих місць [3; 7].

Однією з основних біоенергетичних культур на даний час вважається верба. Це волого- та світлолюбна рослина із здатністю швидко нарощувати біомасу. Швидкорослість верб забезпечується інтенсивним проходженням у їх органах біохімічних процесів, внаслідок чого утворюється значна маса біологічних речовин, які використовуються на формування вегетативних та генеративних органів [4; 9].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Перші промислові енергетичні плантації верби були створені у Швеції. Для підвищення їх продуктивності компанією Svalöf AB ще у 1987 році почалось виведення нових сортів верби. Цей напрямок селекційної діяльності продовжується зараз компанією Lantmännen [5]. З 2011 року виведенням сортів енергетичної верби в Швеції також проводиться компанією European Willow Breeding AB. [6; 7]. Селекційні дослідження з різними видами і сортами верби проведені також у Великобританії, США, Канаді та інших країнах [5, 8].

В Україні вирощування вербової деревини як енергетичної сировини теж набуває значного поширення [3, 9]. Зараз площа енергетичних вербових плантацій у нашій країні становить близько 5000 га [3, 10]. Одним із найперспективніших видів верби для вирощування енергетичної біомаси є верба прутувидна (*Salix viminalis* L.) [3; 9; 11; 12; 13].

Вихід біопалива з 1 га плантації багаторічних біоенергетичних культур варіює залежно від рівня урожайності та системи виробництва сировини. Також важливим фактором стимулювання використання біопалива є показники енергетичного балансу та парникових газів. Внесок біопалива в енергозабезпечення залежить від енергоємності біопалива і енергії, що йде на його виробництво. Останнє включає енергію, необхідну для вирощування, збору сировини, її переробку, а також транспортування сировини на різних етапах

виробництва і використання [6; 7]. Для вирішення даних проблем науковцями ведеться активний пошук ефективного застосування різних технологій вирощування біомаси. З огляду пріоритетності використання біопалива на основі високопродуктивних енергетичних культур науковцями Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України розроблено ефективні елементи технології вирощування біомаси енергетичної верби як сировини для виробництва твердих видів палива (паливна тріска, брикети, пелети), адаптованої до ґрунтово-кліматичних умов Центрального Лісостепу України.

Метою досліджень є визначення продуктивності біомаси енергетичних плантацій верби прутувидної як сировини для виробництва біопалива та вдосконалення процесу формування продуктивності за різних строків та способів садіння в умовах Центрального Лісостепу України.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження виконували впродовж 2015-2018 рр. у відділі селекції та сталих технології вирощування біоенергетичних культур Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (ІБКіЦБ) та у ДП ДГ «Саливінківське» (с. Ксаверівка Друга Білоцерківського району Київської області), яке розташоване в зоні нестійкого зволоження Центрального Лісостепу України. Площа під дослідними ділянками становила 1,40 га, повторність чотириразова. Схема досліду передбачала вивчення продуктивності енергетичної верби залежно від схем садіння, густоти та ширини міжрядь. Ґрунт дослідного поля – вилугуваний чорнозем, що характеризується такими агрохімічними показниками: уміст гумусу (за Тюрнімом) – 3,90 %, азоту лужногідролізованого (за Корнфільдом) – 176 мг/кг ґрунту, рухомих сполук фосфору та калію (за Чиріковим) – 108 і 67 мг/кг ґрунту відповідно, рН сольове – 6,2, сума ввібраних основ – 15,64 мг-екв/100 г ґрунту, гідролітична кислотність – 1,14 мг-екв/100 г,

Середня річна кількість опадів у регіоні досліджень становить 580 мм. В окремі роки їх кількість збільшується до 650 мм, або зменшується до 400 мм. Останніми роками спостерігається зменшення кількості опадів порівняно з нормою. Регіон дослідження є відносно сприятливим для вирощування плантацій верби з огляду на достатню кількість опадів та середньорічну температуру. Варто зазначити, що впродовж чотирьох років досліджень спостерігалися вищі температури, порівняно із середніми багаторічними даними.

У роки проведення досліджень, за даними метеорологічних спостережень (рис. 1), видно, що температурний режим 2015, 2016, 2017 та 2018 років був майже без значних коливань, але з перевищенням середніх багаторічних показників. У 2017 році за період вегетації температура повітря була вищою за середні багаторічні значення на 1,1° С.

Загалом найпосушливішими серед років проведення досліджень виявилися

2015 та 2017 роки: опади впродовж вегетаційного періоду хоч і випадали регулярно, але в значно меншій кількості. При цьому температура повітря впродовж цього періоду на 1,3–2,0^oC перевищувала середні багаторічні показники, що спричинило значне зниження запасів продуктивної вологи в ґрунті та, як наслідок, – врожайності біомаси біоенергетичних культур. Температура повітря впродовж цього періоду на 1,5–2,0 ^oC перевищила середні багаторічні дані. Але в цілому можна зробити висновок про те що погодні умови в роки досліджень за ступенем відхилення від середніх багаторічних як за окремими місяцями, так і за період вегетації були в межах показників характерних для зони нестійкого зволоження Лісостепу України.

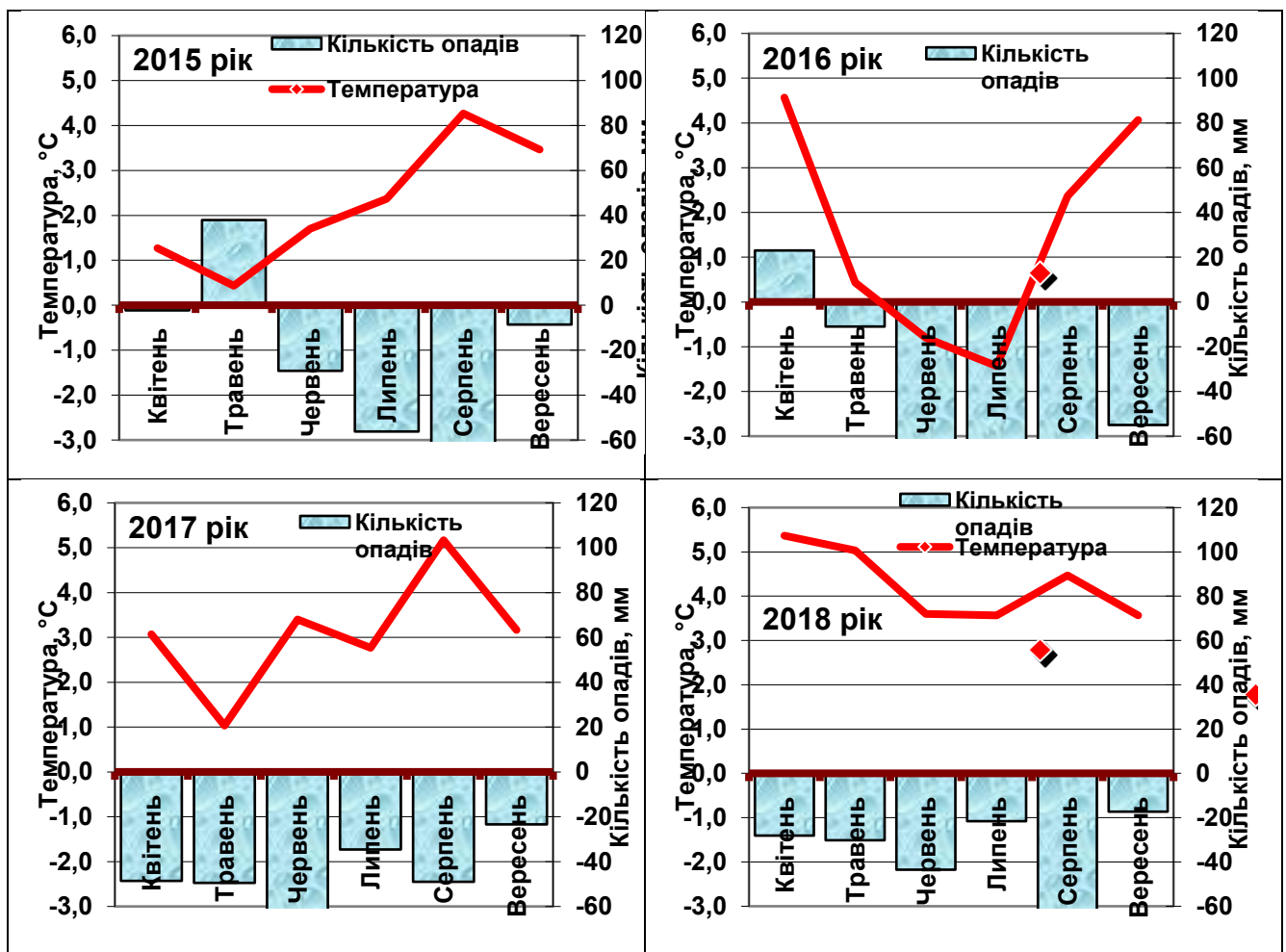


Рис. 1. Відхилення температури повітря та кількості опадів від середніх багаторічних значень на ДП ДГ «Саливонківське» (2015-2018 рр.)

На основі даних температури повітря і кількості опадів за роки проведення досліджень, було визначено показники гідротермічного коефіцієнта (ГТК) протягом теплого періоду року з температурою повітря вище 10^oC (табл.1).

Показники гідротермічного коефіцієнта (ГТК) в зоні проведення досліджень (2015-2018 рр.)

Роки	2015	2016	2017	2018	Середнє багаторічне значення
ГТК	0,8	1,1	0,8	0,9	0,9
Відхилення	-0,1	+0,2	-0,1	0	-

Наведені дані показують, що найбільш сприятливим для росту і розвитку рослин в досліджуваних умовах був 2016 рік, коли показник ГТК становив 1,1, а найбільш несприятливими, як згадувалось вище, були 2015 і 2017 роки, коли гідротермічний коефіцієнт становив 0,8 і був на 12,5% меншим за середні багаторічні показники.

Дослідження були проведені за такою схемою:

Фактор А. Строки садіння живців:

1. III декада вересня;
2. III декада жовтня;
3. II декада квітня;
4. I декада травня.

Фактор В. Схема та щільність садіння живців:

1. 2x70x210 (15 тис. шт./га);
2. 2x100x210 (13 тис. шт./га);
3. 2x150x210 (12 тис. шт./га)

Площа дослідної ділянки 225 м², облікової – 25 м².

Повторюваність дослідів – триразова. За даною схемою досліди було розпочато з осені 2016 року. Інші варіанти закладені на весні 2017 року. Протягом вегетаційного періоду 2017 р. І в наступні роки були проведені обліки та спостереження.

Садіння живців здійснювалось у два строки: третя декада вересня та третя декада жовтня, завдовжки 20-25 см і завтовшки 10-20 мм. У зв'язку з цим, перший механізований догляд за ґрунтом був проведений невдовзі після початку вегетаційного періоду, а наступні два проводились залежно від щільності ґрунту (1,2–1,25 г/см² і більше) та за наявності бур'янів. Для максимального знищення бур'янів і зменшення необхідності застосування ручної праці, одночасно з культивуацією проводили присипання бур'янів ґрунтом у рядках. Для цього культиватор КРНВ-5.6-02 при першому догляді обладнували лапами-бритвами, а при наступних – переобладнаними захисними дисками. При цьому, як показали дослідження, знищується 50–60 % бур'янів.

Дослідження проводились за традиційними у лісівництві та рослинництві методиками [14; 15].

Результати досліджень та їх обговорення. В результаті проведених досліджень встановлено, що садіння, виконане у третій декаді вересня, забезпечило укоріненість живців верби прутовидної на 90%, проведене у кінці жовтня – на 84%, у середині квітня – на 77%, а у першій декаді травня – на 69%. У наступні роки відпад рослин був незначним. На цей час кущі верби прутовидної мали середню висоту 254–260 см, а річний приріст за висотою становив 150–160 см (рис. 2).



Рис. 2. Біомаса трирічних пагонів верби прутовидної перед збиранням (ДП ПГ «Саливонківське», Ксаверівка Друга, 2018 р.)

Важливим заходом під час закладання промислових плантацій верби є формування оптимальної густоти стояння рослин. Цей захід дозволяє підвищити ефективність використання сонячної енергії в ході фотосинтезу. У зріджених насадженнях значна частина світла не буде використана рослинами, а в загущених рослини затінують одні одних. Дослідженнями встановлено, що за покращення умов водопостачання і мінерального живлення розміри листової поверхні рослин верби та урожайність біомаси збільшуються і між цими показниками існує пряма залежність. При значній площі листової поверхні верби (коли на 1 м² площі припадає 4–5 м² площі листя) рослини поглинають практично всю енергію світла. Якщо ж на одиницю площі поля приходить ще більша поверхня листя, то в результаті затінення рослин інтенсивність фотосинтезу зменшиться і вона не зможе бути компенсована додатковим забезпеченням рослин водою та елементами мінерального живлення. Тому, за використання нових сортів енергетичної верби, потрібно звертати увагу на будову куща та

кількість пагонів у ньому. За рахунок покращення умов для фотосинтетичної діяльності рослин верби можна суттєво впливати на врожайність та якість сировини [3; 12].

Величина оптимальної площі живлення залежить від зовнішніх умов і застосовуваної агротехніки. Чим менший розмір рослин і вища родючість ґрунту, тим вище забезпеченість рослин елементами мінерального живлення, вуглекислотою і вологою. Чим вище рівень агротехніки та оптимальні умови, тим допустима менша площа живлення, тим більша продуктивність біомаси. Важливе значення має правильний вибір конфігурації (форми) площі живлення. Найбільш повне використання земельної площі має місце при квадратному розміщенні рослин. Однак таке розміщення на практиці застосовується лише для рослин, що потребують великої площі живлення. При квадратному розміщенні рослин, для яких доцільна мала площа живлення, неможливий міжрядний обробіток. Це обумовлює необхідність змінювати конфігурацію площі живлення від квадратної до прямокутної (широкі міжряддя і малі відстані між рослинами в ряду). Така зміна конфігурації може призвести до зниження врожаю, оскільки при цьому рослини не повністю використовують всю відведену їм площу живлення. Проте встановлено, що за зміни квадратної площі живлення (співвідношення сторін 1: 1) в прямокутну (співвідношення сторін – 1: 7; 1: 9), врожайність низки культур, в тому числі – верби, знижується несуттєво, тому, визначаючи схеми садіння живців верби, необхідно прагнути надати рослинам прямокутну конфігурацію.

Від правильно обраної густоти стояння рослин, значною мірою залежить їх продуктивність. Загущені насадження зазвичай менше засмічені в міжряддях бур'янами за рахунок більшого затінення поверхні ґрунту, але при цьому самі рослини верби взаємно пригнічуються. Розріджені насадження не повною мірою ефективно використовують відведену їм площу живлення і потребують значно більших зусиль на контроль небажаної рослинності. В тому чи іншому випадку відбувається суттєве зниження економічної ефективності вирощування енергетичної біомаси. Поряд з тим, економічна ефективність залежить від своєчасного та якісного обробітку ґрунту, що дозволяє вчасно та якісно провести садіння живців, контролювання бур'янів, хвороб, шкідників та підтримувати оптимальний водний і живильний режими ґрунту. Застосування енерго- та ресурсозберігаючих технологій вирощування енергетичних плантацій верби дає можливість зменшити хімічне навантаження на довкілля, особливо на догляді за плантаціями за рахунок застосування ефективних міжрядних розпушувань ґрунту з присипанням бур'янів у зоні рядка та інших агротехнічних заходів [3].

Однією з головних особливостей верби прутovidної є повільний розвиток рослин у перші місяці вегетації через необхідність використання поживних

речовин живця на утворення кореневої системи та висока інтенсивність росту надземної частини рослин у кінці вегетації, тому під час вибору строку садіння живців, важливу роль відіграють погодні та ґрунтові умови. Позитивним фактором осіннього садіння є ранній початок росту, більш повне використання ґрунтової вологи, відсутність витрат на зберігання садивного матеріалу. Крім того, восени спостерігається найнижчий рівень ґрунтових вод, що дозволяє у повній мірі використати при створенні енергетичних плантацій на перезволожених ґрунтах засоби механізації.

Проведені досліджень, показали, що найвища урожайність біомаси верби прутювидної (40–42 т/га) була отримана за висаджування живців восени у третій декаді вересня, а найменша – за пізньовесняного садіння (рис. 3).

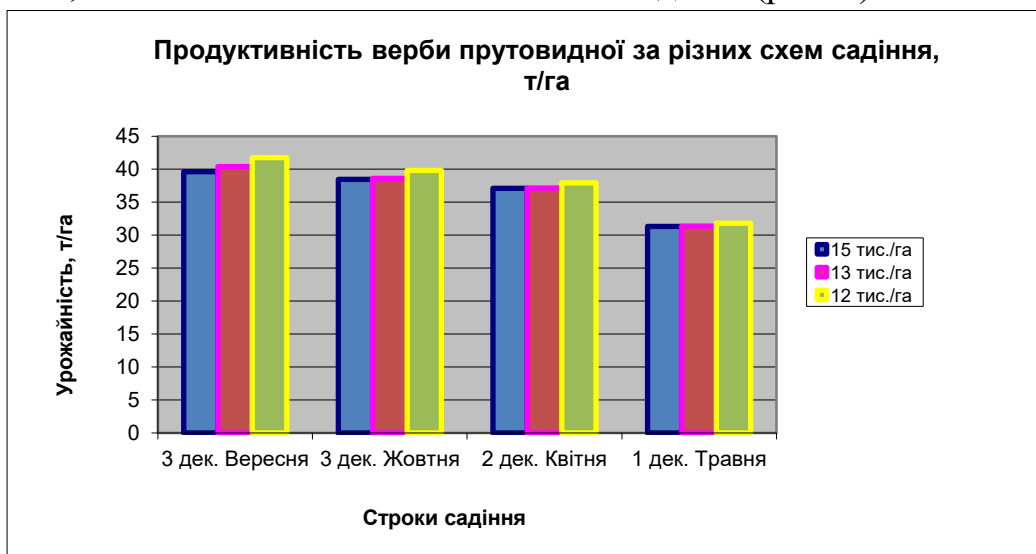


Рис. 3. Продуктивність верби прутювидної за різних строків та схем садіння (ДППГ «Саливонківське», Ксаверівка Друга, 2015 - 2018 рр.)

В діапазоні вибраних для досліджень варіантів густоти садіння живців дещо вищі показники продуктивності біомаси отримано у найбільш рідкому варіанті – 12 тис. шт./га.

Середній приріст біомаси за 1 рік найвищим виявився у варіанті зі збиранням урожаю через кожні 2 роки, при цьому, в розрахунку на 1 рік, у верби прутювидної урожай свіжозрізаної деревної маси становив 25,5 т/га, Біомасу енергетичної верби слід збирати пізно восени, зимою, або ранньою весною, за відсутності сокоруху в рослинах. В той час вологість біомаси складає 50–55%. Багаторічними даними встановлено, що за продуктивності сирової біомаси верби прутювидної в межах 40–60 т/га і при виході сухої речовини 45–50% вихід сухої біомаси складає від 20 до 24 т/га (рис. 4).

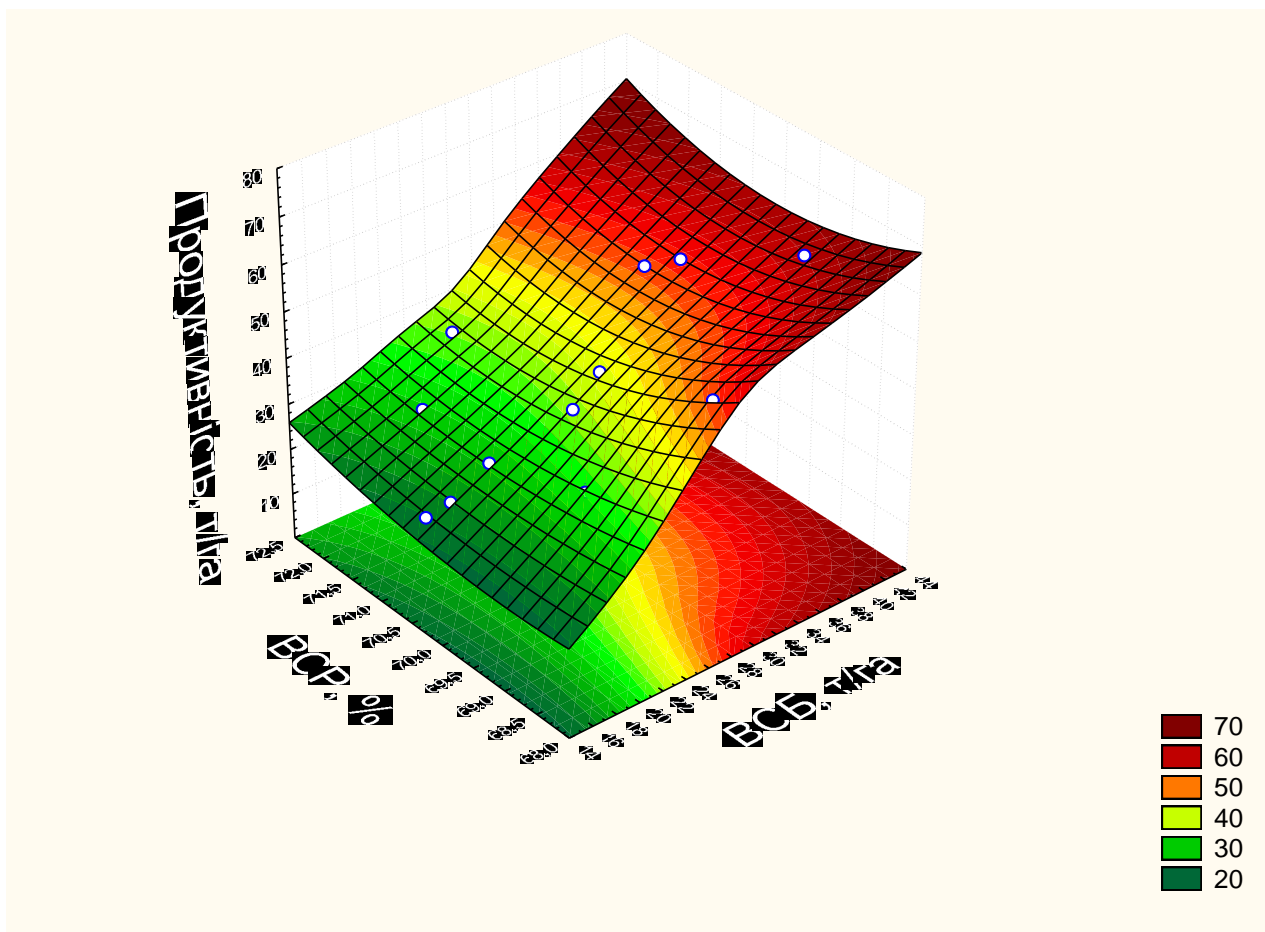


Рис. 4. Продуктивність верби прутувидної (*S. viminalis* L.) залежно від вмісту сухої речовини (ВСР) та виходу сухої біомаси (ВСБ) (ДПДГ «Саливонківське», Ксаверівка Друга, 2015-2018 рр.)

З отриманих даних можна зробити попередній висновок про те, що у перші роки вирощування і експлуатації енергетичних плантацій верби прутувидної в Лісостепу України доцільно застосовувати трирічний цикл збору урожаю. У виробничих умовах експлуатації енергетичної плантації верби, з врахуванням поточних обставин маркетингу і логістики, під час другій ротації (після першої заготівлі біомаси), можна використовувати як дворічний, так і трирічний цикл заготівлі вербової енергетичної сировини. В середньому по енергетичній плантації на 1 га енергетичної верби за один вегетаційний період можна отримати урожай сухої біомаси в межах 13–15 т (теплотворна здатність паливної тріски 12–14 МДж/кг), що становить 200–225 ГДж/га енергії, або біля 250–300 МВт/год електроенергії

Висновки. Для ефективного використання енергії світла і забезпечення високої інтенсивності фотосинтезу рослин верби, площа листової поверхні повинна бути в межах 4–5 м² на 1 м² плантації, що досягається за густоти насаджень 12–15 тис рослин на 1 га.

Заготівля вирощеної на енергетичній плантації біомаси здійснюється після закінчення терміну вегетації, тобто з листопада до лютого включно, коли рослини перебувають у стані спокою. У виробничих умовах, особливо за інтенсивного росту однорічних плантацій, технологічне зрізання на промислових плантаціях не застосовується і здійснюється заготівля біомаси через кожні три роки. Збирання біомаси можна здійснювати механізованим способом використовуючи самохідні збиральні комбайни та зрізання пагонів енергетичної верби в ручну.

В середньому по енергетичній плантації верби за один рік в умовах Центрального Лісостепу України можна отримати урожай сухої біомаси в межах 13–15 т, що еквівалентно 200–225 ГДж/га енергії, або біля 250–300 МВт/год електроенергії з 1 га.

References

1. McKenzie F. (2011). The potential of Short Rotation Coppice (SRC) willow (*Salix L.*) as a biomass crop in Orkney. A Thesis presented for the degree of Master of Science by Research at the University of Aberdeen. Agronomy Institute Orkney College Kirkwall Orkney. 2011. 155 p.
2. Mann J. (2012) Comparison of Yield, Calorific Value and Ash Content in Woody and Herbaceous Biomass used for Bioenergy Production in Southern Ontario, Canada. A Thesis Presented to The University of Guelph In partial fulfilment of requirements for the degree of Master of Science in Environmental Science. Guelph, Ontario, Canada. 106 p.
3. Sinchenko V. M. (Ed.). (2015). Enerhetychna verba: tekhnolohiia vyroshchuvannia ta vykorystannia [Energy willow: technology of cultivation and use]. Vinnytsia: Nilan-LTD. [in Ukrainian].
4. Caslin B., Finnan J., McCracken A. (2013) Short rotation coppice willow best practice guidelines. URL: <https://www.ifa.ie/wp-content/uploads/2013/10/2012-WillowBestPracticeManual.pdf>
5. Larsson S. (1998). Genetic improvement of willow for short-rotation coppice. *Biomass and Bioenergy*, 15(1), pp. 23-26.
6. Willows for Biomass Heating. URL: <http://www.sodui.lt/Willows-for-Biomass-Heating-707.html>
7. Aronsson P., Weih M. & Åhman I. (2008). *Salix* cultivation yields added value – in addition to energy. In: Johansson, B. (ed.) *Bioenergy – for what and how much*. Swedish Research Council Formas, pp. 269–284.
8. Kuzovkina Y. A., Weih M., Romero M. A., Charles J., Hust S., McIvor I., Karp A., Trybush S., Labrecque M. & Teodorescu T. I. (2008). *Salix*: botany and global horticulture. *Horticultural reviews*, 34, pp. 447–489.
9. Fuchylo Ya. D., & Sbytna, M. V. (2009). *Verby Ukrainy (biolohiia, ekolohiia, vykorystannia)* [WillowsofUkraine:biology, ecology, use]. Kyiv: Logos. [in Ukrainian].
10. Fuchylo Ya. D., Gnap I. V. & Hanzenko O. M. (2018). Rist i produktyvnist deyakykh sortiv enerhetychnoyi verby inozemnoyi selektsiyi v umovakh Volynskoho Opillya. Growth and productivity of some cultivars of energy willow of foreign selection in the VolynOpillia conditions. *Plant varieties studying and protection*. Vol 14. № 2. 230–239 [in Ukrainian].
11. Willow Varietal Identification Guide / B. Caslin, J. Finnan, A. McCracken (eds). Carlow, Ireland :Teagasc& AFBI, 2012. 64 p.
12. El Bassam N. (2010). *Handbook of Bioenergy Crops. A Complete Reference to Species, Development and Applications*. London; Washington, DC: Earthscan.

13. Gorelov A. M., Fuchylo Ya. D., Krugliak Y. M., Viriovka V. M. & Gorelov A. A. (2014). Hibrydyzatsia ta selektsia verb yak perspektyvnyi napriam otrymannia vysokoprodyktyvnykh kloniv [Hybridization and selection of willows as a promising direction to obtain highly clones] *Lisivnytstvo i agrolisomeliioratsiya* [Forestry & Forest Melioration], 125, 108–114 [in Ukrainian].
14. Dospekhov B. A. (1973). Metodika polevogo opyta: [uchebnik dly astudentov agronomicheskikh spetsialnostey selskokhozyaystvennykh vuzov [Methodology of Field Experiences: curriculum. forstudio agronomist. special. of agricultural high schools. 3 rd ed.]. Moskow: Kolos. [in Russian].
15. Sinchenko V. M. (Ed.). (2018). Metodolohiia doslidzhennia enerhetychnykh hplantatsii verb i topol [Methodology for studying of energy plantations of willow and poplar]. Kyiv: Komprynt [in Ukrainian].

M. Ya. Humentyk, Y. D. Fuchylo, N. S. Zatserkovna, V. M. Humentyk

¹*Institute of bioenergy crops and sugar beets of the NAAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

²*Malyn applied College, p. Hamarnya, Zhytomyr region, Ukraine*

BIOMASS PRODUCTIVITY OF BASCET WILLOW (*S. VIMINALIS* L.) FOR THE PRODUCTION OF BIOFUEL IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL FOREST STEPPE OF UKRAINE

*The results of research on the growth and development of willow (*S. viminalis* L.) energy plantations in the conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine are presented. The research was carried out during 2015-2018 in the SE "Salyvinkivske" (Ksaverivka Druga village, Bilotserkiv district, Kyiv region), which is located in the zone of unstable moisture. Cuttings, 25 cm long, were planted in 4 periods: the third decade of September, the third decade of October, the second decade of April, and the first decade of May. The first mechanized soil care was carried out shortly after the beginning of the growing season, and the next two were carried out depending on the density of the soil (1.2-1.25 g/cm² and more) and the presence of weeds. In order to eliminate weeds as much as possible and reduce the need for manual labor, simultaneously with cultivation, weeds were sprinkled with soil in rows. At the same time, as studies have shown, 50-60% of weeds are destroyed. Research was carried out using traditional methods in forestry and crop production. It was established that the planting carried out in the third decade of September ensured the rooting of willow cuttings by 90%, carried out at the end of October – by 84%, in the middle of April – by 77%, and in the first decade of May – by 69%. In subsequent years, the loss of plants was insignificant. At that time of investigeit, willow bushes had an average height of 254-260 cm, and the annual increase in height was 150-160 cm. Energy willow biomass should be collected in late autumn, winter, or early spring, in the absence of sap flow in the plants. At that time, the moisture content of the biomass is 50-55%. According to long-term data, it has been established that with a raw willow biomass productivity of 40-60 t/ha and a dry matter yield of 45-50%, the dry biomass yield ranges from 20 to 24 t/ha. The average one-year increase in biomass was the highest in the option with harvesting every 2 years, while the yield of freshly cut wood mass was 25.5 t/ha in 1-year willow. On average, on an energy willow plantation in one growing year, it is possible to obtain a dry biomass yield of 13–15 t (the calorific value of fuel chips is 12–14 MJ/kg), which is 200–225 GJ/ha of energy, or about 250-300 MW/h of electricity from 1 ha.*

Key words: *bioenergy; biofuel; biomass; cuttings; elements of growing technology, planting dates; planting density; productivity.*

І. Д. Іванюк¹, Я. Д. Фучило¹, П. М. Скрипчук², О. Г. Якименко¹

¹Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирської області, Україна

²Національний університет водного господарства і природокористування, м. Рівне, Україна

РІСТ І РОЗВИТОК ШВИДКОПЛІДНИХ ФОРМ ГОРІХА ВОЛОСЬКОГО СЕЛЕКЦІЇ Л. С. ШУГІНА В ПІВНІЧНО-ЗАХІДНІЙ ЧАСТИНІ УКРАЇНИ

*Наведено результати досліджень росту і розвитку в умовах північно-західного регіону України рослин горіха волоського (*Juglans regia* L.) селекції Л. С. Шугіна на дерново-підзолистих ґрунтах (Житомирське Полісся) та на карбонатних ґрунтах Західного Лісостепу (Рівненська область). Дослідні об'єкти створені однорічними сіянцями, які є третім поколінням горіхів селекції Л. С. Шугіна. На початку другого вегетаційного періоду (2021 р.) в умовах Житомирського Полісся, внаслідок пізніх весняних приморозків, у 56,3% рослин надземна частина рослин відмерла, а 43,7% досліджуваних саджанців не мали ознак пошкодження. Середня висота трирічних саджанців, які постраждали від приморозків становила $50,4 \pm 4,68$ см, а стійких до холоду – $44,0 \pm 6,31$ см. Діаметр кореневої шийки теж виявився більшим у обмерзлих саджанців – 2,1 см проти 1,4 см, що демонструє певні морфологічні відмінності між групами рослин, що відрізняються за морозостійкістю. Протягом періоду вегетації 2022 року відбулося значне збільшення висоти холодостійких деревець горіха – до $83,3 \pm 8,94$ см, у той час, як середня висота обмерзлих рослин зростає лише на 9,2 см. Також спостерігалось певне вирівнювання середніх діаметрів цих груп рослин. Протягом 2022 року на 22,7% рослин сформувалися плоди у кількості від 3 до 17 шт. або 6,6 шт. у середньому на одну рослину.*

Порівняння морфометричних показників дерев, що вступили у стадію плодоношення та решти дерев показали, що рослини з плодами мають більші показники середньої висоти (на 27,4%) і діаметра – на 61,4%. Отримані дані вказують на те, що одним із маркерів скороплідності рослин горіха волоського може слугувати більший діаметр кореневої шийки і частково – більша висота. Цікавим є той факт, що серед особин, у яких почалося плодоношення 80% становлять ті, що взимку 2020–2021 рр. були пошкоджені низькими температурами. У зоні Західного Лісостепу насадження горіха волоського зростало і розвивалося значно інтенсивніше. У 2022 році, приріст пагонів чотирирічних рослин склав від 0,7 до 1,1 м. У стадію плодоношення вступили 48,5% дерев. Дослідження у напрямку вивчення морфометричних та інших характеристик рослин швидкоплідних форм горіха волоського, особливо – їх плодоношення, доцільно продовжити з метою отримання нових перспективних форм.

¹Іванюк Ігор Дмитрович – д-р с.-г. наук, доцент, директор коледжу. Е-mail: mltk-1927@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-4969-8783>;

¹Фучило Ярослав Дмитрович – д-р с.-г. наук, професор, завідувач кафедри лісівництва та захисту лісу. Е-mail: fuchylo_yar@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-2669-5176>;

²Скрипчук Петро Михайлович – д-р екон. наук., професор, професор кафедри менеджменту. Е-mail: petroskrypchuk@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2835-4711>;

¹Якименко Олександр Геннадійович – канд. пед. наук, спеціаліст вищої категорії, старший викладач. Е-mail: mathematic@i.ua; <https://orcid.org/0000-0002-2415-6478>.

Ключові слова: Juglans regia L.; агролісівництво; Полісся; Західний Лісостеп, інтенсивність росту; плодоношення.

Вступ. На сьогодні стає зрозумілим, що сучасні системи господарювання у сільському господарстві в довгостроковій перспективі не є життєздатними, а надмірне використання хімічних засобів підвищення врожайності польових культур створює серйозну небезпеку для оточуючого середовища. Світова продовольча організація (ФАО) визнає, що комплексні, багатогранні питання, до яких, зокрема, належать питання сталого землекористування, потребує міжсекторальних підходів. Порядок денний у сфері сталого розвитку на період до 2030 року не тільки визначає цілі у сфері сталого розвитку, а й пропонує засоби їх досягнення. В умовах посилення глобальної конкуренції, невизначеності та зростання ризику кризових чинників як на національному, так і на світовому рівнях, особливий акцент у процесі управління земельними ресурсами приділяється питанням їх ефективного використання. Складність та відсутність єдиного підходу до вирішення цієї проблеми призвела до необхідності розробки наукових основ визначення ефективних напрямків землекористування та моделювання агро- та економічних процесів.

Надзвичайно великим ризиком для європейських систем землеробства у найближчі роки є зміна клімату, з неухильним потеплінням, збільшенням випадків настання непрогнозованих погодних явищ, що негативно впливає на розвиток світової економіки [3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Оптимізація сільськогосподарського виробництва має важливе значення для отримання необхідної кількості продовольства та підвищення стійкості європейських систем землеробства до сучасних викликів [7].

Альтернативним напрямком розвитку сталого і раціонального використання земельних ресурсів може стати агролісівництво – одночасне вирощування на сільськогосподарських землях традиційних культур і деревних рослин. Низка досліджень вказує на здатність більших чи менших груп деревних рослин покращувати, стабілізувати стан оточуючого середовища, контролювати негативний вплив несприятливих явищ природи та антропогенного впливу [3; 4].

Агролісівництво – тип екологічно орієнтованого землеробства, що поєднує деревну рослинність із об'єктами сільськогосподарської діяльності (с.-г. культурами або тваринами) для підвищення економічної та екологічної ефективності агроландшафтів [10]. Воно може забезпечити збільшення виробництва біомаси з гектара в середньому на 40%, завдяки збільшенню площі листової поверхні на 1 га, що забезпечує вищу ефективність використання сонячної енергії, порівняно з ділянками без дерев [8; 9].

Одним з основних типів агролісівництва є лісопольові угіддя (silvoarable) – вирощування сільськогосподарських (садових) культур у міжряддях алей дерев певної ширини. При цьому, деревина та плоди дерев є додатковою продукцією, яка підвищує економічні показники, без істотного скорочення основного урожаю сільськогосподарських культур [3].

Стабільний тренд до потепління клімату України актуалізує необхідність переходу до агролісівничих систем аграрного бізнесу не тільки у степових, а й в лісостепових регіонах країни та на Поліссі. У північних регіонах України ефективними можуть виявитися лісопольові угіддя з використанням горіха волоського або грецького (*Juglans regia* L.) [1]. Горіх волоський, як правило, – високе дерево з кулястою, розлогою кроною до 30–35 м заввишки, що відноситься до родини горіхових (*Juglandaceae*). Його здавна культивують для отримання їстівних плодів, цінної деревини та лікарської сировини, тому спостерігається значне зацікавлення працівників агропромислового комплексу волоським горіхом як високоефективною деревною культурою. Горіхові сади здатні забезпечити раціональне природокористування і відігравати роль стабілізуючого фактора довколишнього середовища.

Одним з позитивних аспектів, що сприяють розвитку промислового горіхівництва у північно-західному регіоні України, є пом'якшення клімату. Розвиток горіхівництва, як бізнесу, крім оптимального температурного режиму, потребує використання родючих ґрунтів, достатньої кількості опадів [2]. Незважаючи на потепління клімату, в регіоні досліджень зберігається небезпека настання взимку тривалих морозних періодів та пізньовесняних приморозків, що вимагає використання тут спеціальних сортів горіха волоського, зокрема – швидкоплідних низькорослих сортів селекції Л.С. Шугіна [36].

Мета проведених досліджень – вивчення особливостей росту насінного потомства горіхів селекції Л.С. Шугіна на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах дослідного поля Малинського фахового коледжу (Житомирське Полісся) та порівняння їх з ростом і розвитком аналогічних рослин горіха волоського на потенційно родючих карбонатних ґрунтах Західного Лісостепу (Рівненська область).

Матеріали та методи дослідження. Об'єктом досліджень слугували насадження волоського горіха селекції Л. С. Шугіна, створені однорічними сіянцями, які вирощувалися із насіння швидкоплідних, латеральних, низькорослих форм, які можна розглядати як третє покоління волоських горіхів селекції Л.С. Шугіна [2].

У Рівненському районі сіянці горіха були висаджені восени 2019 року в ями з додаванням 9 літрів біогумусу, а на угіддях Малинського фахового коледжу – навесні 2020 року за схожою технологією. Зважаючи на низьку

вологоємність супіщаних дерново-підзолистих поліських ґрунтів, протягом перших двох років проводилось крапельне зрошення та ретельний догляд за ґрунтом. Після завершення кожного вегетаційного періоду проводились дослідження приживлюваності сіянців, їх росту та урожайності плодів з використанням традиційних лісівничих методик.

Результати досліджень та їх обговорення. Після завершення першого вегетаційного періоду приживлюваність сіянців у Малинському фаховому коледжі становила 100% і протягом наступних років відпаду рослин не спостерігалось. Висота надземної частини сіянців на час їх садіння становила $10,4 \pm 0,64$ см, а після завершення другого вегетаційного періоду (вік рослин – 4 роки) їх середня висота зросла до $47,6 \pm 3,77$ см (табл. 1).

Протягом наступного вегетаційного періоду приріст рослин горіха за висотою дещо знизився (до 17,9 см) і середня висота чотирирічних рослин становила $65,5 \pm 5,36$ см.

Таблиця 1

Морфометрична характеристика саджанців горіха волоського

Морфометричні показники	Однорічні сіянці	Показники рослин горіха за роками		
		2 (2020 р.)	3 (2021 р.)	4 (2022 р.)
Висота, см	$10,4 \pm 0,64$	$25,4 \pm 2,39$	$47,6 \pm 3,77$	$65,5 \pm 5,36$
Приріст за висотою, см	10,4	15,0	22,2	17,9
Діаметр кореневої шийки, см	0,8	1,2	1,8	$2,3 \pm 0,19$
Приріст за діаметром кореневої шийки, см	0,8	0,4	0,6	0,5

Діаметр кореневої шийки зростав майже синхронно з висотою досягнувши показника 2,3 см у чотирирічних рослин. Після першого року середній приріст за діаметром становив 0,4 см, після другого – 0,6 см, а після третього – 0,5 см. Відносно холодна зима 2020–2021-го рр. та весна з сильними пізніми приморозками призвели до повного відмерзання надземної частини 56,3% рослин. За наступні два роки деревця горіхів низькими температурами не пошкоджувались. Дослідження показали, що середня висота трирічних саджанців, які постраждали від приморозків становила $50,4 \pm 4,68$ см, а стійких до холоду – лише $44,0 \pm 6,31$ см (табл. 2).

**Морфометрична характеристика груп чотирирічних саджанців горіха
волоського, що відрізняються за холодостійкістю**

Холодостійкість	Морфометричні показники саджанців	
	середня висота, см	середній діаметр кореневої шийки, мм
2021 р. (трирічні)		
Не стійкі	50,4±2,39	21,4±1,63
Холодостійкі	44,0±2,31	14,1±1,44
Різниця, %	14,5	51,8
2022 р. (чотирирічні)		
Не стійкі	59,6±2,90	26,0±2,71
Холодостійкі	83,3±8,94	23,1±2,82
Різниця, %	-39,6	12,6

Діаметр кореневої шийки теж виявився більшим у обмерзлих саджанців – 2,1 см проти 1,4 см, що демонструє певні морфологічні відмінності між групами рослин, що відрізняються за морозостійкістю.

Більш холодостійкі трирічні особини характеризуються меншими показниками висоти і діаметра. На час завершення вегетаційного періоду 2021 року генеративних органів на досліджуваних рослинах не спостерігалось.

Протягом періоду вегетації 2022 року відбулося значне збільшення висоти холодостійких деревець горіха – до 83,3±8,94 см, у той час, як висота обмерзлих рослин зросла лише на 9,2 см (табл. 2). Також спостерігалось певне вирівнювання середніх діаметрів цих груп рослин, на 22,7% рослин сформувалися плоди у кількості від 3 до 17 шт. або 6,6 шт. у середньому на одній рослині (рис. 1).



Рис. 1. Перше плодоношення чотирирічного горіха волоського в умовах Житомирського Полісся

Порівняння морфометричних показників дерев, що вступили у стадію плодоношення та решти дерев показали, що рослини з плодами мають більші показники середньої висоти (на 27,4%) і діаметра – на 61,4% (табл. 3).

Таблиця 3

Морфометрична характеристика чотирирічних саджанців горіха волоського, що відрізняються за початком плодоношення

Холодостійкість	Морфометричні показники	
	середня висота, см	середній діаметр кореневої шийки, мм
Всі рослини	65,5±5,36	23,3±1,87
З плодами	78,6±4,51	32,6±2,50
Без плодів	61,7±5,22	20,2±1,51
Різниця, %	27,4	61,4

Цікавим є той факт, що серед особин, у яких почалося плодоношення, 80% становлять ті, що взимку 2020–2021-го рр. були пошкоджені низькими температурами.

У зоні Західного Лісостепу насадження горіха волоського зростало і розвивалося значно інтенсивніше. Приріст дерев за 2020 рік становив від 40 до 90 см. Окремі особини мали зав'язі плодів (0,5% дерев).

Отримані дані вказують на те, що одним із маркерів скороплідності рослин горіха волоського може слугувати більший діаметр кореневої шийки і частково – більша висота.

Протягом другого року було проведено два формуючі обрізування гілок та позакореневе підживлення рідкими гуматами. У 2022 році, приріст пагонів склав від 0,7 до 1,1 м. У стадію плодоношення вступили 48,5% дерев (рис. 2).



Рис. 2. Перше плодоношення чотирирічного горіха волоського в умовах Західного Лісостепу

Біля 9% плодів мали гроноподібну форму та друге цвітіння. За стадією розвитку біля 15% дерев мали пізніші ознаки розвитку (розпускання бруньок, колір листя, розвиток плодів). У червні було проведено формуючу обрізку саду з метою формування штамбу висотою від 0,8 до 1,0 м. Дереву характеризуються різною формою крони: традиційна (45%), чашеподібна й низькоросла (до 2%), вертикальна (18%). Решта дерев – не структурована та потребує формування у наступні роки. У травні дерева оброблені мідним препаратом НОРДЕКС. У липні оброблено від попелиці та кліща баковою сумішшю (НОРДЕКС + Енжіо + прилипач).

Професором П. Скрипчуком і його колегами за останні роки відібрано та проаналізовано морфологічні ознаки більше як 80 сорто-форм волоського горіха у Рівненській, Волинській, Хмельницькій, Вінницькій, Львівській, Київській, Херсонській, Полтавській та інших областях України.

Результатом селекції є сорт «Сойка», внесений у «Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні», який забезпечує високі показники стійкості й урожайності дерев на півночі та заході України [1].

Дослідження у напрямку вивчення морфометричних та інших характеристик рослин швидкоплідних форм горіха волоського, особливо – їх плодоношення, доцільно продовжити з метою отримання нових перспективних форм.

Висновки. Горіх волоський – важлива горіхоплідна рослина, яка широко використовується в агролісівництві як деревна складова лісопольових угідь. У північно-західному регіоні України, незважаючи на потепління клімату, зберігається небезпека пошкодження горіха низькими температурами, що вимагає використання тут спеціальних холодостійких сортів горіха волоського, зокрема – швидкоплідних низькорослих сортів селекції Л. С. Шугіна.

В умовах Житомирського Полісся трирічні рослини гріха волоського селекції Л. С. Шугіна проявило різне відношення до дії низьких температур: 43,7% досліджуваних особин не мали зовнішніх ознак обмерзання, а у 56,3% рослин надземна частина рослин відмерла. Протягом наступного року відбулося значне збільшення висоти холодостійких деревець горіха – до $83,3 \pm 8,94$ см, у той час, як висота обмерзлих рослин зросла лише на 9,2 см. На 22,7% рослин сформувалися плоди у кількості 6,6 шт. у середньому на одну рослину. Серед особин, що вступили у стадію плодоношення 80% становили обмерзлі рослини. Порівняння морфометричних показників дерев, що вступили у стадію плодоношення та решти дерев показали, що рослини з плодами мають більші показники середньої висоти (на 27,4%) і діаметра – на 61,4%.

У зоні Західного Лісостепу досліджувані форми горіха мають значно вищі показники росту. У 2022 році їх приріст за висотою склав від 0,7 до 1,1 м. У

стадію плодоношення вступили 48,5% дерев (рис. 2). Деревя характеризуються різною формою крони: традиційна (45%), чашеподібна й низькоросла (до 2%), вертикальна (18%). Решта дерев – не структурована та потребує формування у наступні роки.

Дослідження у напрямку вивчення морфометричних та інших характеристик рослин швидкоплідних форм горіха волоського, особливо – їх плодоношення, доцільно продовжити з метою отримання нових перспективних форм для північно-західного регіону України.

References

1. State register of plant varieties suitable for dissemination in Ukraine. Valid as of August 11, 2022]. <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin> [In Ukrainian].
2. Skrypchuk P. Creation of an industrial walnut garden on the example of a united territorial community. Horishnyk 2020. No. 4 (9). P. 94–100. www.techdrinks.info. [In Ukrainian].
3. Yukhnovsky V.Yu., Gladun G.B., Sovakov O.V., Lobchenko H.O. The current state, problems and prospects for the development of agroforestry in Ukraine. Forest reproduction and forest reclamation in Ukraine: origins, current state, current challenges and prospects in the conditions of the Anthropocene: a monograph / by general. ed. Prof. Nikolayenko S.M. Kyiv: Lira-K, 2019. 269–283 [In Ukrainian].
4. Chirko CP, Gold MA, Nguyen PV, Jiang JP (1996). Influence of direction and distance from trees on wheat yield and photosynthetic photon flux density (Qp) in a Paulownia and wheat intercropping system. For Ecol Manage 83:171-180. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(96\)03721-8](https://doi.org/10.1016/0378-1127(96)03721-8)
5. Juglans regia // Slovník ukraïnských naukových i narodných názv sudynných roslyn / Yu. Kobiv. Kyiv : Naukova dumka, 2004. 800 s. [In Ukrainian].
6. https://bokoplidni.blogspot.com/p/blogpage_11.html
7. Moreno G, Aviron S, Berg S, Crous-Duran J, Franca A, Garcia de Jalon S, Hartel T, Mirck J, Pantera A, Palma JHN, Paulo JA, Re GA, Sanna F, Thenail C, Varga A, Viaud V, Burgess PJ (2018). Agroforestry systems of high nature and cultural value in Europe: provision of commercial goods and other ecosystem services. Agrofor Syst 92:877-891. <https://doi.org/10.1007/s10457-017-0126-1>
8. Mosquera-Losada M., Moreno G., Pardini L. et al. (2012). Past, Present and Future of Agroforestry Systems in Europe. http://www.agrooof.net/agrooof_ressources/documents/201210_eu_agroforesterie.pdf.
9. Mosquera-Losada M-R., Pantera A., Rosati A., Amaral J., Smith J., Rigueiro-Rodn'guez A., Watte J., Dupraz C. (2012). What priorities for European Agroforestry? The First European agroforestry conference (Brussel, 9-10 October, 2012). 73.
10. Rigueiro-Rodríguez A., McAdam J. H., Mosquera-Losada M. R. (2009). Agroforestry in Europe Current Status and Future. Prospect. Springer. 450 p.

I. D. Ivanyuk¹, Y. D. Fuchylo¹, P. M. Skrypchuk², O. H. Yakymenko¹

¹*Malyn Vocatioyal College, v. Hamarnia, Zytomyr region, Ukraine*

²*National University of Water Management and Nature Engineering, Rivne, Ukraine*

GROWTH AND DEVELOPMENT OF QUICK-FRUITING FORMS OF WALNUT OF LS SHUGIN SELECTION IN THE NORTH-WESTERN PART OF UKRAINE

*The results of research on the growth and development of walnut plants (*Juglans regia* L.) selected by L.S. Shugin in the conditions of the north-western region of Ukraine are presented. on sod-podzolic soils (Zhytomyrske Polissya) and on carbonate soils of the Western Forest Steppe (Rivne region). The research objects were created by one-year seedlings, which are the third generation of walnuts from Shugin LS selection. At the beginning of the second growing season (2021) in the conditions of Zhytomyr Polissia, as a result of late spring frosts, in 56.3% of the plants, the above-ground part of plants died, and 43.7% of the studied seedlings had no signs of damage. The average height of three-year-old seedlings affected by frost was 50.4 ± 4.68 cm, and cold-resistant ones - 44.0 ± 6.31 cm. The diameter of the root neck was also larger in frozen seedlings - 2.1 cm against 1.4 cm, which demonstrates certain morphological differences between groups of plants that differ in frost resistance. During the growing season of 2022, there was a significant increase in the height of cold-resistant walnut trees - up to 83.3 ± 8.94 cm, while the average height of frozen plants increased by only 9.2 cm. There was also a certain leveling of the average diameters of these groups of plants. During 2022, 22.7% of plants produced fruits in the amount of 3 to 17 pieces, or 6.6 pcs. on average per plant. A comparison of the morphometric indicators of the trees that entered the fruiting stage and the rest of the trees showed that the plants with fruits have higher indicators of average height (by 27.4%) and diameter – by 61.4%. The obtained data indicate that one of the markers of early fruiting of walnut plants can be a larger diameter of the root neck and, in part, a larger height of plants. It is interesting that 80% of the individuals that started fruiting are those that were damaged by low temperatures in the winter of 2020-2021. In the zone of the Western Forest Steppe, walnut plantations grew and developed much more intensively. In 2022, the growth of shoots of four-year-old plants was from 0.7 to 1.1 m. 48.5% of trees entered the fruiting stage. Research in the direction of studying the morphometric and other characteristics of plants of quick-fruiting forms of walnut, especially their fruiting, should be continued with the aim of obtaining new promising forms.*

Key words: *Juglans regia* L.; agroforestry; Polissya; Western Forest Steppe, growth intensity; fruiting.

РІСТ, СТАН ТА УСПІШНІСТЬ ПРИРОДНОГО ПОНОВЛЕННЯ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ НА ЗРУБАХ І ПІД НАМЕТОМ НАСАДЖЕНЬ У ДП «ДОБРЯНСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»

Проаналізовано динаміку зміни кількості та оцінено успішність природного поновлення сосни звичайної на зрубках і під наметом насаджень в умовах свіжого бору, свіжого та вологого субору у ДП «Добрянське ЛГ», згідно зі шкалою Горшеніна. Проаналізовано обсяги і динаміку зміни площ природного поновлення у регіоні досліджень та в розрізі деревних видів. Природне поновлення на зрубках і під наметом насаджень характеризується як задовільне, останнє становить від 5,5 до 7,9 тис. шт.·га⁻¹, що є достатнім для відтворення сосняків, подібних до корінних деревостанів у регіоні досліджень. Розкрито сутність впливу складу материнського деревостану та потужності лісової підстилки на кількість і рясність ЖНП. Встановлено, що зі збільшенням товщини лісової підстилки від 0,3 до 5,0 см кількість природного поновлення сосни на зрубці зменшується і становить – 0,4–7,8 тис. шт.·га⁻¹. У низькоповнотних деревостанах з'являється лугова і злакова рослинність, кореневі системи якої дуже конкурують з природним поновленням сосни. З результатів досліджень випливає, що оптимальною для збереження молодого покоління лісу є повнота насаджень 0,6–0,7. За якістю природне поновлення в основному задовільне, хоча на окремих тимчасових пробних площах є багато сумнівного і сухого, що спричинено сильною конкуренцією за світло і поживні речовини у місцях із перегущеним поновленням. З'ясовано, що у низькоповнотних насадженнях здорового природного поновлення в межах від 51,9 до 65,0 %, а за висотними групами переважає високе (більше 1,5 м). Це пояснюється тим, що покрив із трав'яної рослинності дуже густий і багато сходів сосни гине у перші 2–3 роки внаслідок пригнічення. У високоповнотних насадженнях умови для появи молодого покоління лісу ще менш сприятливі. На зрубках успішність природного поновлення сосни звичайної найкраща і представлене воно в основному середнім за густотою (в межах 0,4–3,4 тис. шт.·га⁻¹), а під наметом насаджень найкращі показники за повноти 0,61–0,62, природне поновлення при цьому задовільне – 7,3–7,8 тис. шт.·га⁻¹. З цього випливає, що в регіоні досліджень природне поновлення в умовах свіжого бору, свіжого та вологого субору з'являється в перші 2–3 роки після рубки, а через 5–9 років його залишається близько 70 %, решта гине. Тому, щоб мінімізувати негативні впливи на природне поновлення сосни звичайної варто провести лісокультурні заходи сприяння появі природного поновлення, мінералізацію ґрунту та вчасні догляди за самосівом на лісокультурній площі.

¹Кімейчук Іван Васильович, канд. с.-г. наук, асистент кафедри лісового господарства. E-mail: i.kimeichuk@nubip.edu.ua; orcid.org/0000-0002-9100-1206, ResearcherID: AEF-3953-2022, ScopusID 57234090100;

²Кайдик Олександр Юрійович, канд. с.-г. наук, доцент, доцент кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій. E-mail: o.kajdyk@nubip.edu.ua, orcid.org/0000-0003-1859-4225, ScopusID: 57397029500.

Ключові слова: самосів; заходи сприяння появі наступного природного поновлення; насінноношення; біологічне різноманіття; видове різноманіття; трав'яний покрив.

Вступ. Раціональне використання і відтворення природних ресурсів є однією з найактуальніших проблем людства. Сучасна орієнтація лісового господарства на сталий розвиток зумовлює збільшення обсягів відтворення лісів на засадах екологічно орієнтованого лісівництва з використанням природного поновлення лісу. Адже молоде покоління генетично краще і екологічно стійке у конкретних лісорослинних умовах, забезпечує збереження біологічного різноманіття, скорочує термін лісовирощування та вимагає менших зусиль і витрат коштів на створення насадження (Maurer & Kimeichuk, 2020; Hordiienko, Shlapak, Hoichuk et. al., 2002).

Розвиток лісового господарства ґрунтується на фундаментальних і прикладних дослідженнях, спрямованих на розвиток екологічно безпечних природоохоронних систем його ведення, що забезпечують невичерпне використання лісових ресурсів та їх своєчасне відтворення. Однією з суттєвих проблем лісового господарства України є відтворення в найкоротші терміни лісових ресурсів господарсько-цінними деревними видами і підвищення продуктивності деревостанів (Kocherha, 1999; Kimeichuk, 2018; Kimeichuk, 2019). Проблема охорони довкілля і раціонального використання природних ресурсів, разом із глобальним, має яскраво виражений регіональний характер (Porosha & Pasternak, 1997).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У Бразилії дослідження в природних насадженнях базуються, в основному, на тимчасових змінах флористичного складу та структури регенерації в залишках змішаного омброфільного лісу, в якому протягом десятиліть не проводили жодних лісогосподарських заходів (Gonçalves, Schorn, Santos & Higuchi, 2022), а також на взаємодії між рослинністю та змінами середовища (Barreto et al., 2020). На думку науковців (Barreto et al., 2020), зміна навколишнього природного середовища мало впливає на розподіл деревних видів природного поновлення на дослідних ділянках, оскільки лише вуглець, фосфор, рельєф пояснюють їх розподіл у межах регіону досліджень.

Закордонні вчені (Dahik et al., 2019; Altay, 2019) встановили вплив ступеню кислотності ґрунту на трав'янисту і деревну рослинність плантацій сосни. Коли насичена гідравлічна електропровідність у ґрунті і повнота насадження збільшені, то різноманіття трав'янистих видів та відсоток їх покриву зменшуються. Аналогічна ситуація і з різноманіттям деревних рослин, яке зменшується у разі збільшення кислотності ґрунту (Simonsen, 2013; Altay, 2019; Muhamed et al., 2018).

Результати дослідження А. В. Новака (Porosha & Pasternak, 1997) показали, що із збільшенням потужності лісової підстилки (від 0,3 до 5,0 см) кількість та успішність природного поновлення сосни звичайної зменшується (від 10,5 тис. шт.·га⁻¹ до 0,1 тис. шт.·га⁻¹).

Із заходів сприяння появі наступного природного поновлення, окрім залишення на зрубках дерев-насіників (як джерела засівання звільненої від лісу площі) та підросту листяних видів (як чинника збереження лісових ознак і мікроклімату), високою ефективністю вирізняються порушення живого надґрунтового покриву та лісової підстилки дисковими боронами і фрезами, мінералізація та обробіток ґрунту ґрунтообробними знаряддями, а також підсів насіння. Також важливе значення має вчасний догляд за природним поновленням сосни звичайної, що прискорює диференціацію і природний відбір, підвищує стійкість лісових екосистем до глобальної зміни клімату і дає змогу знизити ступінь масового усихання дерев сосни (Khryk et al., 2020; Khryk et al., 2021).

Мета дослідження – оцінити успішність природного поновлення сосни звичайної у різних типах лісорослинних умов на зрубках і під наметом насаджень різної повноти та надати науково-обґрунтовані рекомендації щодо збільшення частки соснових деревостанів природного походження у регіоні дослідження.

Об'єкт дослідження – природне поновлення сосни звичайної на зрубках і під наметом лісу за різних типів лісорослинних умов ДП «Добрянське лісове господарство».

Матеріали і методи досліджень. Для успішного та якісного природного поновлення сосни після рубок дуже важливо забезпечити формування на зрубі певного виду живого надґрунтового покриву (ЖНП), який досить вагомо впливає на мікроклімат та ґрунтові умови зрубів. Він є наочним показником умов середовища та конкурентом самосіву і молодих дерев, що істотно впливає на формування природного поновлення на конкретній ділянці.

Для визначення успішності природного поновлення на зрубках і під наметом насаджень ДП «Добрянське ЛГ» було опрацьовано матеріали останнього лісовпорядкування, книгу лісових культур і звітні матеріали підприємства, а також закладено 6 тимчасових пробних площ (по 3 пробні площі на зрубках і під наметом насаджень) у лісорослинних умовах А₂, В₂₋₃.

Облік природного поновлення сосни проводився з метою визначення кількісних та якісних показників сходів і підросту деревних видів на основі діючих нормативів (SOU, 2006). Облік робили на пробних площах методом облікових площадок розміром 4 м² на ділянках з рівномірним природним поновленням та 20 м² – на площі з нерівномірним поновленням (Nesterov, 1961).

Загальна площа облікових ділянок становила не менше 2 % від площі тимчасової пробної площі. Всі отримані дані перераховували на 1 га та на всю площу.

За станом обліковане природне поновлення поділяли на три категорії: задовільне, незадовільне та всохле (Mehalinskyi, 1968). Успішність природного поновлення оцінювали за шкалою, запропонованою В. Г. Нестеровим (Nesterov, 1961). За висотними групами розділяли на дрібне – до 0,5 м, середнє – 0,6–1,5 м та високе – більше 1,5 м (Nesterov, 1961). За густотою підріст формували за групами: рідкий – до 3 тис. шт.·га⁻¹; середньої густоти – 3–8 тис. шт.·га⁻¹; густий – 8–13 тис. шт.·га⁻¹; дуже густий – більше 13 тис. шт.·га⁻¹ (Nesterov, 1961).

Результати дослідження та їх обговорення. За період 7 років (2014–2020 рр.) у ДП «Добрянське ЛГ» було обліковано життєздатне природне поновлення на площі 251,5 га, про що свідчать дані книги лісових культур підприємства. Розподіл фонду природного поновлення підприємства за роками є нерівномірним. Наприклад, у 2017 р. було зафіксовано 55,7 га площ із природним поновленням, це найвищий показник за 7 років, а найменше виявлено у 2020 р. (18,2 га).

У контексті еколого-лісівничої оцінки відновлення лісу природним шляхом, важливе значення належить екосистемним особливостям заліснюваних ділянок, зокрема їх розподілу за типом лісорослинних умов (табл. 1) та за видовим складом природного поновлення (рис. 1).

Таблиця 1

Розподіл площі природного поновлення у ДП «Добрянське лісове господарство» за роками обліку і типом лісорослинних умов

Роки	Площа за типом лісорослинних умов, га								
	A ₂	B ₂	B ₃	B ₄	C ₂	C ₃	C ₄	Разом	
2014			10,9	2,3	6,6	8,5		28,3	
2015		0,2	24		4	10,8	3,3	42,3	
2016		3,7	2			12,6	12,1	30,4	
2017			13,3	0,9		29,8	11,7	55,7	
2018			10			18,4	6,9	35,3	
2019			3			19,2	19,1	41,3	
2020	1,5	1,7	6,3		4,1	2,3	2,3	18,2	
Усього	га	1,5	5,6	69,5	3,2	14,7	101,6	55,4	251,5
	%	0,6	2,2	27,6	1,3	5,8	40,4	22,0	100,0

За даними табл. 1 чітко видно почергове збільшення і зменшення площі ділянок із природним поновленням за роками обліку, що залежить, значною мірою, від кліматичних факторів, врожайних років і типів лісорослинних умов

на зрубках, залишених під самовідновлення. Найбільші площі природного поновлення зафіксовано на родючіших та вологіших ділянках, а саме: в умовах вологої судіброви (С₃), вологого субору (В₃) та сирі судіброви (С₄), а найменше його зустрічається в умовах свіжого бору (А₂), субору (В₂) та сирого субору (В₄) (Kimeichuk, Martyniuk & Kaidyk, 2022).

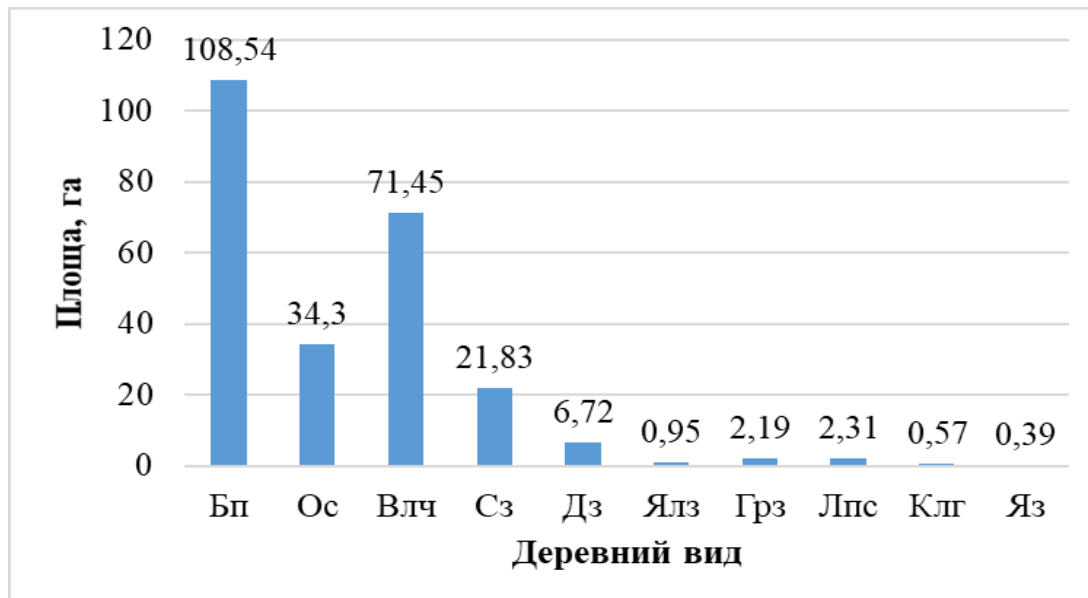


Рис. 1. Розподіл площі ділянок із природним поновленням за видами деревних рослин

З даних рис. 1 видно, що найчастіше природно відновлюється береза повисла та вільха чорна, а найменші площі – з поновленням ясена звичайного та ялини звичайної.

Для оцінки успішності появи самосіву сосни звичайної було закладено по 3 пробні площі на зрубках та 3 пробні площі в стиглих соснових деревостанах в умовах свіжого бору, свіжого та вологого субору (табл. 2 і 3).

Таблиця 2

Успішність природного поновлення сосни на зрубках

№ ТПП	Склад попереднього деревостану	Кількість однорічних сходів сосни, тис. шт.·га ⁻¹	Оцінка успішності природного поновлення за Горшеніним
1	10Сз	31,3	задовільне
2	8Сз2Бп	26,8	задовільне
3	7Сз3Бп	35,5	задовільне

Таблиця 3

Успішність природного поновлення сосни під наметом стиглого лісу

№ ТПП	Повнота насадження	Кількість сходів і підросту сосни, тис. шт.·га ⁻¹					
		всього	за віком, років				
			1–3	4–6	7–9	10–12	>13
4	0,7	7,9	0,4	1,1	2,5	3,1	0,8
5	0,7	6,6	0,3	0,8	2,4	2,0	1,1
6	0,7	5,5	0,2	0,7	2,2	2,4	–

Згідно з даними табл. 2 і 3 можна сказати, що значно більша кількість природного поновлення сосни утворюється на зрубках із нарізаними борознами. Однією із основних проблем низької успішності природного поновлення сосни звичайної під наметом лісу є лісова підстилка, зокрема її товщина. Товстий щільний шар лісової підстилки є перешкодою для укорінення сходів сосни (табл. 4). У літні спекотні дні підстилка може пересихати до повної втрати вологи, яку можуть засвоювати рослини.

Таблиця 4

Кількість природного поновлення сосни звичайної залежно від товщини лісової підстилки

№ ТПП	Склад насадження	Повнота	Товщина підстилки, см	Кількість поновлення сосни, тис. шт.·га ⁻¹	Рясність ЖНП, бал
Свіжий бір (A ₂)					
1	10Сз+Бп	0,51	2,0	2,4	4
2	10Сз	0,60	2,0	3,4	3
3	10Сз	0,76	3,5	1,4	2
Свіжий субір (B ₂)					
4	10Сз	0,50	3,0	3,6	4
5	10Сз	0,62	4,0	7,8	3
6	8Сз2Бп	0,81	5,0	1,3	3
Вологий субір (B ₃)					
7	8Сз2Дз	0,50	3,0	5,0	4
8	9Сз1Дз+Ос	0,61	4,5	7,3	4
9	8Сз2Дз	0,83	5,5	0,4	5

Під час дослідження природного поновлення на цих ділянках було встановлено, що найбільше самосіву з'являлося біля самої стіни соснового материнського деревостану, де падає найбільша кількість насіння, а також

більшість самосіву утворилося на гребнях борозен. Це дає змогу припустити, що насіння сосни звичайної в умовах свіжого субору швидко і дружно проростає на цих мікропідвищеннях завдяки двом шарам гумусу, який є набагато родючішим порівняно з піском, що знаходиться в дні борозни.

Варто наголосити, що зі збільшенням повноти лісостану збільшується товщина шару лісової підстилки. У високоповнотних лісостанах вона становить більше 5,0 см, у середньоповнотних – 2,0–4,5, а у низькоповнотних – до 3,0 см. Товщина лісової підстилки залежить від видового складу деревних рослин. Яскравим прикладом є ТПП № 7 і 9, де домішка дуба становить 2 одиниці і шар лісової підстилки більш потужний (3,0–5,5 см), ніж у чистих соснових насадженнях (2,0–5,0 см). Так, із збільшенням товщини лісової підстилки, у всіх типах лісорослинних умов, кількість поновлення сосни звичайної зменшується, від 7,8 до 0,4 тис. шт.·га⁻¹.

Також, на процес успішності природного поновлення сосни звичайної впливає рясність живого надґрунтового покриву та певні рубки, що змінюють природну характерну рослинність (сильванти) на лугову рослинність, злаки, бур'яни, які сильно конкурують із природним поновленням сосни звичайної завдяки добре розвиненим стеблам та кореневій системі.

На нашу думку, менша кількість природного поновлення сосни звичайної на ТПП, де повнота була менше 0,6, пов'язана саме з інтенсивним розвитком бур'янів і злакової рослинності (рис. 2).

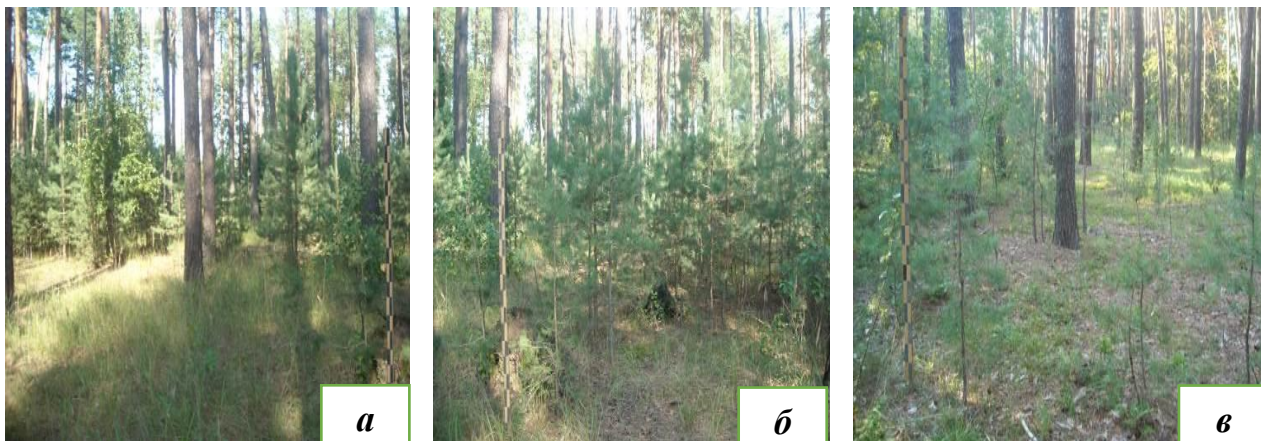


Рис. 2. Природне поновлення сосни звичайної: а – у низькоповнотному насадженні (ТПП-4); б – у середньоповнотному (ТПП-5); в – у високоповнотному деревостані (ТПП-6)

У високоповнотних лісостанах спостерігається найбільша кількість сухого і сумнівного природного поновлення сосни: на ТПП-3 – 0,5 тис. шт.·га⁻¹ (26,3 %), ТПП-6 – 0,6 тис. шт.·га⁻¹ (33,3 %), ТПП-9 – 0,4 тис. шт.·га⁻¹ (51,2 %) (рис. 3).

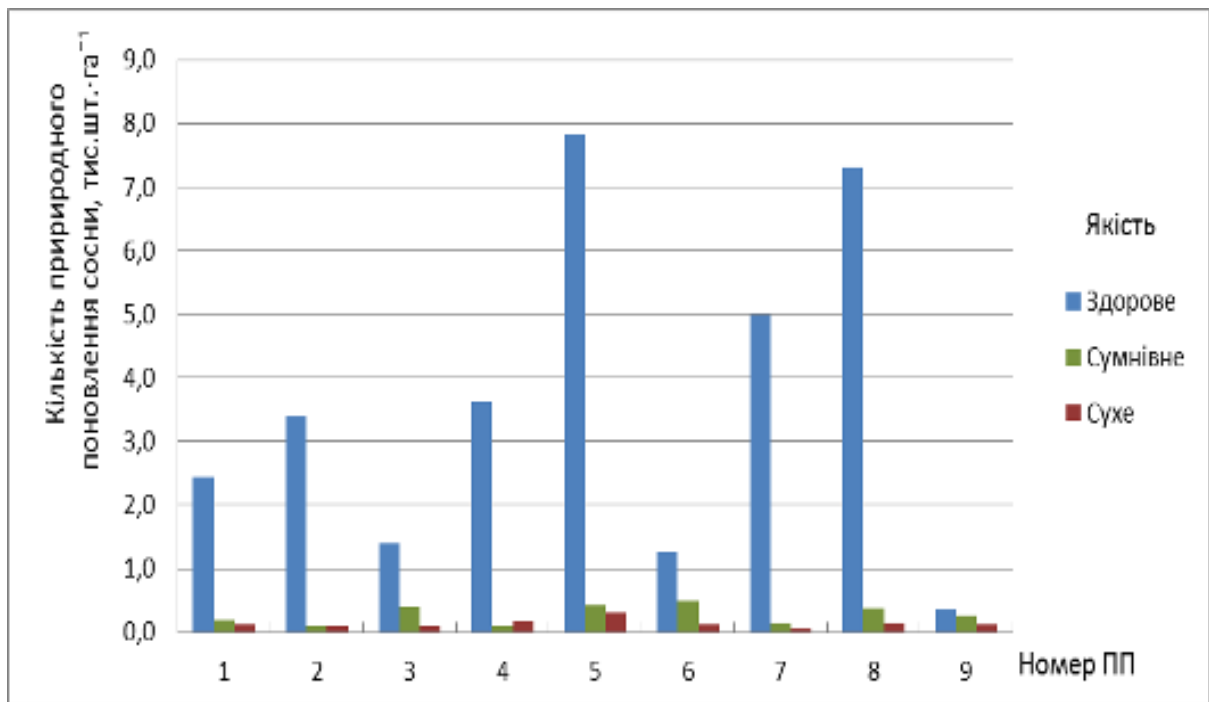


Рис. 3. Розподіл природного поновлення сосни звичайної за якістю

На думку деяких науковців природне поновлення варто зберігати в перші 2–3 роки, оскільки пізніше через конкуренцію певні екземпляри відчують велику нестачу світла та поживних речовин, пригнічуються у рості і гинуть або ж перетворюються у сторчки (Kocherha, 1999). Тому у низькоповнотних лісостанах високі екземпляри переважають, зокрема на ТПП-5 і 8 (рис. 4).

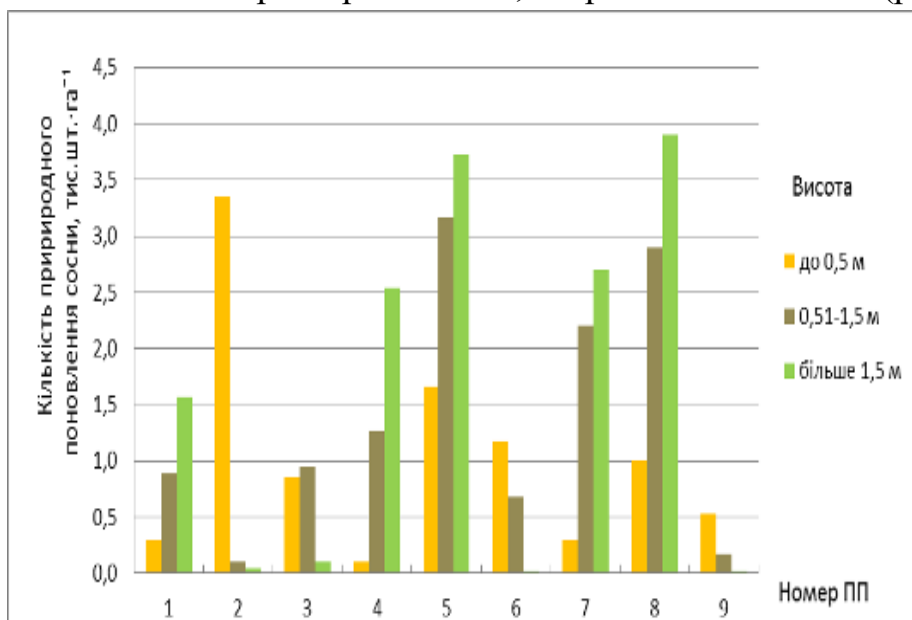


Рис. 4. Розподіл природного поновлення сосни звичайної за висотними групами

На кількість природного поновлення сосни звичайної впливає також і підлісок. Так автори (Maurer, Kimeichuk, 2020) вважають, що у чистих соснових

лісах з підліском із ліщини звичайної поновлення сосни звичайної сильно страждає від щільних кущів і поверхневої кореневої системи ліщини. Природне поновлення сосни звичайної є успішнішим у лісостанах з середнім за густотою підліском – ТПП-3, 4, 5, 7, 8 (1,4–7,8 тис. шт.·га⁻¹), ніж у насадженнях із густим підліском – ТПП-1, 2, 6, 9 (0,4–3,4 тис. шт.·га⁻¹) (табл. 5).

Таблиця 5

Кількість природного поновлення сосни звичайної залежно від густоти підліску

№ ТПП	Густота підліску, тис. шт.·га ⁻¹	Кількість поновлення сосни, тис. шт.·га ⁻¹	Розміщення природного поновлення
Свіжий бір (A ₂)			
1	5,3	2,4	рівномірне
2	7,0	3,4	нерівномірне
3	3,2	1,4	нерівномірне
Свіжий субір (B ₂)			
4	3,8	3,6	рівномірне
5	2,7	7,8	рівномірне
6	5,5	1,3	нерівномірне
Вологий субір (B ₃)			
7	4,0	5,0	нерівномірне
8	4,1	7,3	рівномірне
9	11,6	0,4	нерівномірне

Так, нерівномірного природного поновлення сосни звичайної найбільше на ТПП 3, 6, 9, де зростають високоповнотні насадження (табл. 6). Тобто природне поновлення у ДП «Добрянське ЛГ» найчастіше відбувається в найсприятливіших умовах, які характеризуються достатньою родючістю та задовільною вологістю.

Задовільне природне поновлення сосни звичайної (7,3–7,8 тис.шт.·га⁻¹) спостерігається у середньоповнотних деревостанах, слабке (2,5–5,0 тис.шт.·га⁻¹) – у низькоповнотних, незадовільне (0,4–1,4 тис.шт.·га⁻¹) – у високоповнотних деревостанах.

З цього випливає, що якість природного поновлення є кращою за повноти 0,61–0,62 та в умовах B₂₋₃, що пояснюється кращою освітленістю ґрунту та меншою конкуренцією за поживні речовини.

Висновки. Для повноцінного росту самосіву і підросту треба відповідне тепло, освітлення, мінеральні речовини і волога ґрунту. У лісових насадженнях на тимчасових пробних площах кращий ріст і розвиток молодих рослин забезпечується за повноти лісостану більше 0,6.

**Успішність природного поновлення лісу під наметом сосни звичайної
у Брецькому лісництві ДП «Добрянське лісове господарство»**

№ ТПП	Склад	Повнота	К-сть, тис. шт.·га ⁻¹	Успішність
Свіжий бір (А ₂)				
1	10Сз	0,51	2,4	незадовільне
2	10Сз	0,60	3,4	слабке
3	8Сз2Бп	0,76	1,4	незадовільне
Свіжий субір (В ₂)				
4	9Сз1Бп	0,50	3,6	слабке
5	10Сз	0,62	7,8	задовільне
6	9Сз1Бп	0,81	1,3	незадовільне
Вологий субір (В ₃)				
7	9Сз1Дз	0,50	5,0	слабке
8	8Сз1Дз1Ос	0,61	7,3	задовільне
9	8Сз2Дз	0,83	0,4	незадовільне

Варто наголосити, що в середньоповнотних насадженнях створюються кращі умови для появи, росту та розвитку природного поновлення сосни звичайної, натомість у високоповнотних насадженнях все навпаки. Під намет останніх проникає недостатньо сонячного світла, тому поновлення, пригнічується, всихає, і гине. На успішність природного поновлення сосни звичайної впливає як повнота материнського деревостану, так і тип лісорослинних умов, який характеризується густотою підліску, характером живого надґрунтового покриву, потужністю лісової підстилки, освітленістю та зволоженістю ґрунту.

У стиглому сосновому насадженні кількість самосіву порівняно мала, що пояснюється біологічними особливостями деревного виду та особливостями лісової площі. Сосна звичайна є світлолюбним видом, тому навіть якщо насіння потрапляє в умови, сприятливі для проростання, то через певний час самосів гине внаслідок недостатньої кількості світла.

Частка природного поновлення сосни на підприємстві досить незначна, тому, в майбутньому, для отримання високопродуктивних, біологічно стійких насаджень необхідно максимально враховувати лісівничий потенціал лісових площ та в більшій мірі застосовувати заходи сприяння природному поновленню.

У низькоповнотних деревостанах процес природного поновлення сосни звичайної відбувається слабо (2,5–5,0 тис.шт. га⁻¹), що пов'язано із задернінням ґрунту злаковою рослинністю. Найкраще природне поновлення сосни (7,3–

7,8 тис.шт. га⁻¹) спостерігається у середньоповнотних деревостанах, завдяки оптимальному поєднанню життєво-важливих факторів для появи і росту молодого покоління сосни. У високоповнотних деревостанах процес природного поновлення сосни відбувається незадовільно (0,4–1,4 тис.шт.·га⁻¹), що пов'язано із наявністю товстого шару лісової підстилки (3,5–5,5 см).

Процес природного поновлення сосни у свіжих і вологих суборах відбувається успішніше (0,4–7,8 тис.шт.·га⁻¹), ніж у свіжих борах (1,4–3,4 тис.шт.·га⁻¹).

Для раціонального та успішного використання природного поновлення сосни під наметом материнських насаджень необхідно: проводити спеціальний обробіток ґрунту, шляхом перемішування лісової підстилки з ґрунтом у високоповнотних деревостанах та усунення задерніння ґрунту у низькоповнотних деревостанах.

Штучне поновлення варто використовувати у випадках, коли не можна розраховувати на природне насіннєве поновлення корінного деревного виду, а також під час лісорозведення та на відкритих задернілих площах і у м'яколистяних молодих деревостанах, які виникли в результаті зміни головного виду.

З метою раціонального використання природного поновлення сосни під наметом материнських насаджень, термін проведення головної рубки встановлювати за достатньої кількості поновлення сосни для лісопоновлення. Для забезпечення оптимального освітлення підросту сосни під наметом материнських насаджень варто проводити зріджування підліску.

References

1. Altay, V. (2019). Ecology of *Pinus Sylvestris* L. Forests – A case study from Istanbul (Turkey). *Pakistan Journal of Botany*, 51(5), 1711–1718. [https://doi.org/10.30848/PJB2019-5\(9\)](https://doi.org/10.30848/PJB2019-5(9)).
2. Barreto, A.M. et al. (2022). Structure, floristic composition and environmental relationships of natural regeneration in a semideciduous seasonal forest. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 757–775. <https://doi.org/10.5902/1980509848183>.
3. Dahik, C.Q. et al. (2019). Comparison of Natural Regeneration in Natural Grassland and Pine Plantations across an Elevational Gradient in the Paramo Ecosystem of Southern Ecuador. *Forests*, 10(9), 745 <https://doi.org/10.3390/f10090745>.
4. Gonçalves, S. N. C., Schorn, L. A., Santos, K. F., & Higuchi, P. (2022). Dynamics of natural regeneration in a fragment of a Mixed Ombrophilous Forest in the upland region of Santa Catarina, Brazil. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 812–828. <https://doi.org/10.5902/1980509853272>.
5. Hopdiienko, M. I., Shlapak V. P., Hoichyk A. F. et. ol. (2002). Cultivation of cocna is common in Ukraine. K., Institute of Agricultural Economics of the Ukrainian Academy of Sciences. 871 с.
6. Khryk, V. M. et al. (2021). Stability of natural regeneration at ravine-gully systems. *Proceedings of BSTU. Vol. 1 «Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources»*: 2 (246).

103–111.

7. Khryk, V. M., Maliuha, V. M., Kimeichuk, I. V., Khakhula, V. S., Yukhnovskyi, V. Yu. (2020). Natural regeneration of ravine-gully systems and former arable lands in Ovruch region. *Modern scientific researches*. Issue № 13, part 3. P. 28–37.
8. Kimeichuk I. (2018). The state and dynamics of natural regeneration of the Scotch pine site after narrow clear felling. *Матеріали міжн. наук.-практ. конф. «Addressing Ecological and Social Challenges for Forests and Forest Management»* (Kyiv, 22–24 October 2018 p.). K. NULES of Ukraine. C. 26–27.
9. Kimeichuk I. (2019). State and progress of natural regeneration in fresh sites of Kyiv Polissia. *Materials of international science and practice conf. «Prospects for the development of ecosystem management in the forest complex and horticulture»* (Kyiv, April 18–19, 2019). K. NULES of Ukraine. C. 47–48.
10. Kimeichuk, I.V., Martyniuk, T.V., & Kaidyk, O. (2022). The success of the natural renewal of pine forests in log cabins and under the canopy of mature plantations of the SE «Dobryanka Forestry». *Abstracts of the reports of the participants of the All-Ukrainian Scientific and Practical Internet Conference «Horticulture: History, Modernity and Development Prospects»* (May 4, 2022, Uman). Uman National University of Horticulture. Uman. C. 19–21. [in Ukrainian].
11. Kocherha, M. (1999). Natural renewal on the cutting area of the Kyiv Polissya and features of its use for reforestation. *Scientific Bulletin of the National Agrarian University*, 20, 69–80 [in Ukrainian].
12. Maurer, V. & Kaidyk, O. (2016). *Eco-adaptive recreation of forests*. Kiev, Publishing center NULESU, 220 [in Ukrainian].
13. Maurer, V. M., & Kimeichuk, I.V. Features of age dynamics of natural regeneration of *Scotch pine* in the fresh pine sites of Kyiv Polissia. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*. Kyiv, 2020. T. 11. № 1. C. 45–54. [in Ukrainian].
14. Mehalinskyi P. M. (1968). Natural restoration in the forests and sub-forests of the Central Polissia of the Ukrainian SSR. *Scientific works of USGA*. Kyiv. Kyiv: Harvest, C. 44–57. [in Ukrainian].
15. Muhamed, H. et al. (2018). Natural regeneration of *Pinus brutia* Ten. in a recreational public forest in Zawita-Kurdistan region, Iraq. *Journal of Forestry Research*. <https://doi.org/10.1007/s11676-018-0739-x>.
16. Nesterov V. H. (1961). *General forestry*. M., Selkhozgiz. 384 p. [in Russian].
17. Porosha, S. I., Pasternak, V. P. (1997). *Natural reforestation*. Kharkiv: Khark Publishing House. state agrarian university. 24 c. [in Ukrainian].
18. Reshetnyk, L. L. (2000). The productivity of *Scots pine* plantations depends on forestry and taxation indicators. *Scientific Bulletin of NAU*. K., Vol. 17. C. 186–190. [in Ukrainian].
19. Simonsen, R. (2013). Optimal regeneration method – planting vs. natural regeneration of Scots pine in northern Sweden. *Silva Fennica*, 47(2), 23 p.
20. SOU 02.02.-37-476:2006. Trial plots are forest-managed. Laying method. (Effective from 1.05.2007). K., Ministry of Agrarian Policy of Ukraine, 2006. 32 c. [in Ukrainian].

GROWTH, STATE AND SUCCESS OF NATURAL REGENERATION OF SCOTS PINE IN LOG WOODS AND UNDER TENT OF PLANTATIONS IN SE «DOBRIANKA FORESTRY»

The dynamics of changes in quantity were analyzed and the success rate of the natural regeneration of Scots pine in log cabins and under the canopy of plantations in conditions of fresh pine, fresh and wet forest in SE «Dobrianka FR» according to the Gorshenin scale was evaluated. The volumes and dynamics of changes in the area of natural regeneration in the research region and in terms of tree species were analyzed. Natural regeneration in log cabins and under the canopy of plantations is characterized as satisfactory, the latter is from 5.5 to 7.9 thousand pcs·ha⁻¹, which is sufficient for the reproduction of pine forests similar to native stands in the research region. The essence of the effect of the composition of the mother stand and the density of the forest litter on the number and abundance of the LNP has been revealed. It was found that with an increase in the thickness of the forest floor from 0.3 to 5.0 cm, the amount of natural pine regeneration in the log cabin decreases and amounts to 0.4–7.8 thousand pcs·ha⁻¹. Meadow and grass vegetation appear in low-density stands, and their developed root systems are very competitive with the natural renewal of pine. It follows from the results of the research that the optimum for the preservation of the young generation of the forest is the completeness of plantations more than 0.6. In terms of quality, the natural regeneration is mostly satisfactory, although there is a lot of questionable and dry in some temporary test plots, caused by strong competition for light and nutrients in places with dense regeneration. It was found that in low-density stands, healthy natural regeneration ranges from 51.9 to 65.0%, and high (more than 1.5 m) prevails in height groups. This is due to the fact that the grass cover is very thick and many pine seedlings die in the first 2-3 years due to suppression. In high density plantations, the conditions for the emergence of the young generation of the forest are even less favorable. In log cabins, the success rate of natural regeneration of Scots pine is the best and is represented mainly by the average density of the understory (in the range of 0.4–3.4 thousand pcs·ha⁻¹), and under the canopy of plantations, the best indicators for completeness are 0.61–0.62, while natural renewal is satisfactory – 7.3–7.8 thousand pcs·ha⁻¹, weak – 2.5–5.0 thousand pcs·ha⁻¹, and unsatisfactory – 0.4–1.4 thousand pcs·ha⁻¹. It follows from this that in the region of research, natural regeneration in conditions of fresh pine, fresh and wet forest in the first 2–3 years after felling appears and after 5–9 years remains about 70%, the rest dies. Therefore, in order to minimize the negative effects on the natural regeneration of Scots pine, it is necessary to carry out silvicultural measures to promote the emergence of natural regeneration, mineralization of the soil and timely care for self-seeding in the forestry area.

Key words: *self-seeding, measures to promote the emergence of the next natural regeneration, seed bearing, biological diversity, types of diversity, grass cover.*

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КОНСОРТИВНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ПТАХІВ У СОСНОВИХ ТА ДУБОВИХ НАСАДЖЕННЯХ ЖИТОМИРЩИНИ В ОСІННІЙ ПЕРІОД

Стаття присвячена дослідженню, порівнянню основних характеристик функціонування орнітоконсорції сосни звичайної та дуба звичайного в осінній період. Для дослідження обрано соснові та дубові насадження Житомирщини. У функціонуванні консорції соснового деревостану загалом зафіксовано вісімнадцять видів птахів. Панівними видами є дятел звичайний (*Dendrocopos major* L.) та синиця велика (*Parus major* L.) і їх частка у загальному бюджеті часу консортивних зв'язків з сосною звичайною становить відповідно 38,3 % та 14,6 % DTB. Видовий склад консорції дубового насадження вдвічі менший від соснового – дев'ять видів птахів-консортів. У свою чергу тут знову домінують дятел звичайний та синиця велика – 22,7 % та 31,7 % DTB відповідно, а також сойка (*Garrulus glandarius* L.) – 14,4 % та повзик (*Sitta europaei* L.) – 13,5 % DTB. Виявлено по дві функціональні взаємодії: топічні та трофічні зв'язки. Встановлено, що топічна складова функціональної залежності переважає, адже в сосновому насадженні її частка становить 60 % DTB, а в дубовому – 76,4 % DTB. Домінуючими видами-консортами в обох насадженнях є синиця велика – 22,8 % та 41,6 % DTB топічних зв'язків. Трофічна компонента характеризується пануванням дятла звичайного: сосна звичайна – 83,1 %, дуб звичайний – 60,2 % DTB трофічних зв'язків. Характерною рисою для функціонування даних консорції є велика дольова частка видів, які полюють на поверхні стовбура – жовна сива (*Picus canus* G.), жовна чорна (*Dryocopus martius* L.), дятел звичайний та повзик – 90,0 % DTB трофічних зв'язків. Фабричні та форичні зв'язки не виявлено. У топоморфічній структурі переважають дріміобіонти: сосна звичайна – 98,9 %, дуб звичайний – 100,0 % DTB. Клімаморфічна складова сосни звичайної представлена річними – 84,8 % DTB та сезонними видами – 15,2 % DTB, дуба черешчатого – абсолютним домінуванням цілорічних видів. Трофоморфічна структура орнітоконсорції як дуба так і сосни є неповною, але з перевагою групи зоофагів, що складають 80,8 % DTB та 98,8 % DTB відповідно. У трофоморфічній структурі III-го порядку в орнітоконсорції сосни звичайної домінуючу позицію займають перша, друга та п'ята розмірні ланки, а в орнітоконсорції дуба звичайного – друга, третя, п'ята та шоста розмірні ланки.

Ключові слова: орнітоконсорти, сосна звичайна, дуб звичайний, бюджет часу, топічні і трофічні зв'язки, топоморфи, клімаморфи.

Вступ. Птахи відіграють значну роль у функціонуванні екосистем, особливо лісових. Вони є активними регуляторами чисельності комах-фітофагів. Чисельні види птахів, що населяють лісові масиви пов'язані між собою та

¹Климчук Олександра Олександрівна, канд. с.-г. наук, доцент. E-mail: OleksandraKlymchuk@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-4429-6072>; Web of Science ResearcherID [A-9584-2018](https://orcid.org/0000-0002-4429-6072).

активно взаємодіють з основним компонентом лісу – деревостаном, що об'єднує їх у консорції. Виявивши консортивні зв'язки, ми можемо через склад деревних порід регулювати чисельність або приваблювати ті чи інші види птахів, які впливатимуть на чисельність безхребетних, що позначатиметься на стійкості насаджень, їх продуктивності тощо. Тому вивчення ролі окремих видів птахів із тими чи іншими деревними породами є важливим у формуванні системи консортивних зв'язків.

Об'єктом дослідження є орнітоконсорції у соснових та дубових насадженнях Житомирщини.

Предметом дослідження є зміна структури консортивних зв'язків птахів соснових та дубових насаджень Житомирщини в осінній період.

Метою роботи є дослідження консортивних зв'язків птахів в соснових та дубових насадженнях в осінній період в умовах Житомирщини.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження: з'ясування структури консортивних зв'язків птахів та виявлення сезонної, а саме осінні зміни їх структури.

Практична значущість одержаних результатів полягає у підвищенні ефективності біологічних методів боротьби зі шкідниками лісу шляхом вивішування штучних гніздівель для приваблення. Крім того, встановлення видового складу птахів-консортів головних лісотвірних порід дає можливість планувати заходи, спрямовані на підвищення чисельності птахів.

Матеріал і методи дослідження. Основним методом дослідження консорцій використовували хронометрування денного бюджету часу (ДТВ) птахів на один екземпляр деревної породи [1, 2]. За допомогою візуального спостереження фіксували бюджет часу птахів для кожного екземпляра деревостану (ядра консорції) упродовж усього світлового дня. Користуючись вище наведеною методикою, ми фіксували вид птаха, вид функціональної взаємодії з автотрофом: трофічні, топічні, фабричні, форичні зв'язки; тривалість функції взаємодії птаха з автотрофом у секундах.

Розподіл птахів за розмірами біоморфічних ланок проводили відповідно до змін, внесених О. Л. Пономаренком [3] у робочу схему біоморф М. П. Акімова [4].

Аналіз літературних джерел. В Україні вивченню птахів в лісових біогеоценозах через призму консортивних зв'язків не приділялось належної уваги. Окремі регіональні дослідження стосуються формуванню консортивних зв'язків птахів дубом звичайним, липою серцелистою та кленом польовим у лісостанах Степового Придніпров'я [5-8]. В лісових ценозах Лісостепової частини Лівобережної України в системі консорцій також досліджено значення кропив'янки чорноголової (*Sylvia atricapilla* L.) [9] та мухоловки білошиї

(*Ficedula albicollis* T.) в умовах лісових біогеоценозів Північно-Східної України [10]. Вивчення сезонних аспектів функціонування орнітоконсорцій сосни звичайної у березово-соснових лісах та чистих дубових і грабово-дубових насадженнях Центрального Полісся розглянуто в наших працях [11-12]. Варто зазначити, що для території Центрального Полісся досліджено зміни функціонування орнітоконсортивів в умовах напіввільного утримання мисливських тварин [13, 14]. Окремий інтерес викликає спостереження сезонної динаміки консортивних зв'язків птахів в плодкових садах [15].

Результати дослідження та їх обговорення. В осінній період у функціонуванні консорцій сосни звичайної (*Pinus sylvestris* Linnaeus, 1753) та дуба звичайного (*Quercus robur* Linnaeus, 1758) зафіксовано двадцять видів птахів (рис. 1). Орнітоконсорція сосни звичайної представлена вісімнадцятьма видами: яструб великий (*Accipiter gentilis* Linnaeus, 1758), жовна сива (*Picus canus* Gmelin, 1788), жовна чорна (*Dryocopus martius* Linnaeus, 1758), дятел звичайний (*Dendrocopos major* Linnaeus, 1758), сойка (*Garrulus glandarius* Linnaeus, 1758), сорока (*Pica pica* Linnaeus, 1758), вівчарик весняний (*Phylloscopus trochilus* Linnaeus, 1758), вівчарик-ковалик (*P. collybita* Vieillot, 1817), золотомушка жовточуба (*Regulus regulus* Linnaeus, 1758), мухоловка строката *Ficedula hypoleuca* Pallas, 1764), вільшанка (*Erithacus rubecula* Linnaeus, 1758), чикотень (*Turdus pilaris* Linnaeus, 1758), гаїчка-пухляк (*Parus montanus* Baldenstein, 1827), синиці чубата (*P. cristatus* Linnaeus, 1758), чорна (*P. ater* Linnaeus, 1758), велика (*P. major* Linnaeus, 1758), повзик (*Sitta europaei* Linnaeus, 1758), зяблик (*Fringilla coelebs* Linnaeus, 1758). В свою чергу видовий склад консорції дуба черешчатого вдвічі менший, ніж сосни звичайної і представлений дев'ятьма видами: *Dendrocopos major*, *Garrulus glandarius*, *Parus montanus*, синиці блакитна (*Parus caeruleus* Linnaeus, 1758) і *P. major*, *Sitta europaei*, підкоришник звичайний (*Certhia familiaris* Linnaeus, 1758), *Fringilla coelebs*, костогриз (*Coccothraustes coccothraustes* Linnaeus, 1758).

Домінуючими орнітоконсортами в сосновому деревостані є *Dendrocopos major* – 38,3 % ДТВ та *Parus major* – 14,6% ДТВ (рис. 1). В дубовому насадженні переважаючими видами також виступають *Dendrocopos major* та *Parus major* – 22,7 % та 31,7 % ДТВ відповідно, але крім того, панівне місце тут ще займають *Garrulus glandarius* – 14,4 % та *Sitta europaei* – 13,5 % ДТВ.

Субдомінуючими видами консортивних зв'язків з сосною звичайною виявилися *Parus ater* – 7,6 % ДТВ, *P. cristatus* – 7,5 % ДТВ, *Phylloscopus collybita* – 7,3 % ДТВ, *Fringilla coelebs* – 4,6 % ДТВ, *Erithacus rubecula* – 4,1 % ДТВ, *Sitta europaei* – 3,5 % ДТВ, *Ficedula hypoleuca* – 3,4 % ДТВ, *P. montanus* – 1,3 % ДТВ. В орнітоконсорції дуба звичайного субдомінантами є *Fringilla coelebs* – 7,1 % ДТВ, *Coccothraustes coccothraustes* – 4,8 % ДТВ, *Certhia familiaris* – 4,1 % ДТВ,

Parus montanus – 1,0 % DTB.

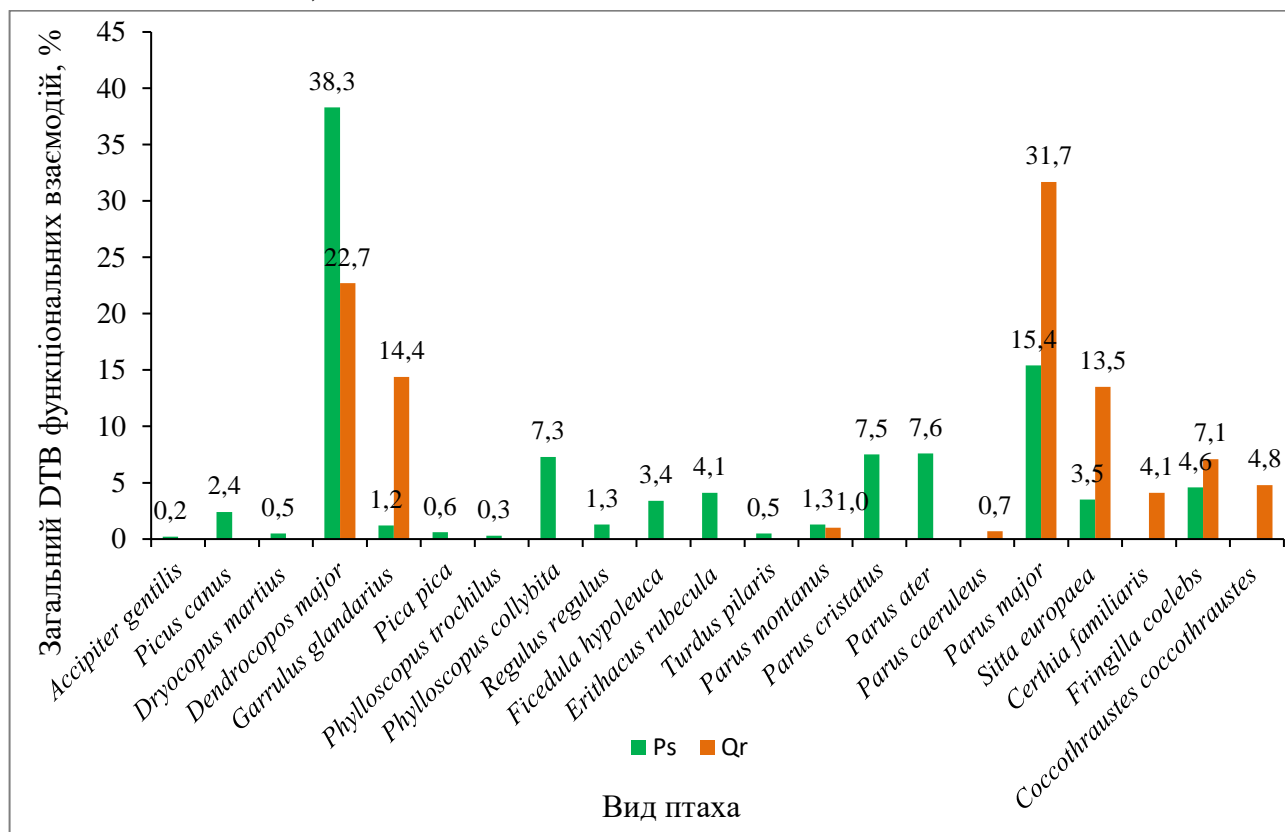


Рис. 1. Загальний бюджет часу консортивних зв'язків з сосною звичайною та дубом звичайним в осінній період

**Ps* – сосна звичайна, *Qr* – дуб звичайний

Решта видів є другорядними – *Accipiter gentilis*, *Dryocopus martius*, *Pica pica*, *Phylloscopus trochilus*, *Turdus pilaris* та *Parus caeruleus* і їх частка у функціональних консортивних зв'язках коливається в межах 0,2-0,7 % DTB.

Орнітоконсорти і сосни звичайної і дуба звичайного виявили активність топічних і трофічних зв'язків. Всього у консорції сосни звичайної в осінній період спостерігали шість видів функціональної діяльності (один належить до трофічних і чотири – до топічних зв'язків), у консорції дуба звичайного – чотири (один – до трофічних і три до топічних зв'язків).

Для консортивних зв'язків птахів з сосною звичайною і дубом звичайним переважаючим видом функціональної взаємодії з автотрофом є топічні зв'язки (60,0 % та 76,4 % DTB відповідно). У топічних зв'язках соснового насадження беруть участь сімнадцять видів птахів із вісімнадцяти зафіксованих, а дубового – вісім із дев'яти. Для топічної складової консорцій обох деревних порід в осінній період характерне домінування *Parus major* (сосна звичайна – 22,8 %, дуб звичайний – 41,6 % DTB топічних зв'язків).

Трофічна компонента орнітоконсорцій досліджуваних деревних порід є стабільною за видовим складом: сосна звичайна представлена одинадцятьма

видами з вісімнадцяти, а дуб звичайний – шістьма з дев'яти. За трофічною функціональною взаємодією домінуючим видом є *Dendrocopos major* (сосна звичайна – 83,1 %, дуб звичайний – 60,2 % ДТВ трофічних зв'язків). Субдомінантом у дубовому насадженні є *Sitta europaea* – 29,8 % ДТВ трофічних зв'язків, діяльність якого привертає особливу увагу. Восени повзик активно споживає жолуді дуба, ховаючи їх у тріщини. Слід відзначити, що така закономірність не є проявом форичних зв'язків, так як жолуді дуба випадають з процесу відновлення і стають харчовими запасами на зиму. Діяльність повзика є проявом трофічного функціонування консорції дуба звичайного. Частка трофічних зв'язків решти видового складу консорції змінюється в межах 0,3 – 8,4 % ДТВ трофічних зв'язків. Це є наслідком процесу поступової зміни характеру консортивних зв'язків з літнього на зимовий. Варто зауважити, що в осінній період мають місце перші формування зграй птахів (синиці, гаїчка-пухляк) за типом зимових угруповань, проте для таких зграй не властиві інтегровані форми трофічних зв'язків і тому вони швидко розпадаються в умовах теплої і сонячної погоди.

Характерною рисою для консорції обох деревних порід є велика дольова частка (не менше 90,0 % ДТВ трофічних зв'язків) видів, які полюють на поверхні стовбура (*Picus canus*, *Dryocopus martius*, *Dendrocopos major*, *Sitta europaea*). Цей факт свідчить про те, що фітомаса сосни звичайної та дуба черешчатого не є вагомим джерелом трофічної бази для птахів.

Фабричні і форичні зв'язки птахів у сосновому і дубовому насадженнях в осінній період не виявили.

Аналіз біоморфічного складу орнітоконсорцій (табл. 1) демонструє, що серед топоморф домінуючими є дріміофіли (сосна звичайна – 98,9 %, дуб звичайний – 100,0 % ДТВ). Зазначена особливість свідчить про те, що обидві деревні породи формують характерні умови для функціонування лісових екосистем. Незначна частка у функціонуванні консорції сосни звичайної таких видів як сороки та чикотня (1,1 % ДТВ) має випадковий характер.

Для клімаморфічної структури дуба звичайний характерним є повне домінування цілорічних видів (100,0 % ДТВ). У функціонуванні консорції сосни звичайної також домінують цілорічні види (84,8 % ДТВ), але й присутні сезонники (15,2 % ДТВ). Таким чином, консорція кожного з деревних порід має своєрідний характер клімаморфічної участі птахів.

У трофоморфічній структурі I-го порядку в обох видах насаджень присутні дві групи: фітофаги та зоофаги. Співвідношення фітофагів демонструє відмінності в орнітоконсорціях досліджуваних деревних порід. Частка фітофагів у консорції сосни звичайної незначна – 1,2 % ДТВ, тоді як в консорції дуба звичайного їх частка становить 19,2 % ДТВ. Це означає, що вони фактично не

здіянні у функціонуванні консорції сосни звичайної на відміну від дуба звичайного.

Таблиця 1

Біоморфічний склад сосни звичайної та дуба звичайного в умовах Житомирщини

Біоморфи	Дольова частка у бюджеті часу, %	
	Сосна звичайна	Дуб звичайний
Топоморфи		
Дрімюфіли	98,9	100,0
Узлісники	1,1	-
Всього	100,0	100,0
Клімаморфи		
Цілолітні види	84,8	100,0
Сезонники	15,2	-
Всього	100,0	100,0
Трофоморфи I-го порядку		
Фітофаги	1,2	19,2
Зоофаги	98,8	80,8
Всього	100,0	100,0
Трофоморфи II-го порядку		
Насінеїди	-	4,8
Засідники	3,4	-
Оглядальники	1,8	14,4
Нишпорники	53,4	58,1
Глибокі нишпорники	41,2	22,7
Мисливці	0,2	-
Всього	100,0	100,0

Трофоморфи II-го порядку представлені насінеїдами, засідниками, оглядальниками, нишпорниками, глибокими нишпорниками і мисливцями. В обох консорціях домінуючими є нишпорники: сосна звичайна – 53,4 % ДТВ, дуб звичайний – 58,1 % ДТВ. Їх частка у бюджеті часу пояснюється тим, що ця група (*Phylloscopus trochilus*, *P. collybita*, *Regulus regulus*, *Erithacus rubecula*, *Turdus pilaris*, *Parus montanus*, *Parus cristatus*, *Parus ater*, *Parus caeruleus*, *Parus major*, *Sitta europaea*, *Certhia familiaris*, *Fringilla coelebs*) є найактивнішими регуляторами чисельності дрібних форм масових фітофагів. Характерною особливістю консортивних взаємодій сосни звичайної є активна участь глибоких нишпорників (*Picus canus*, *Dryocopus martius*, *Dendrocopos major*) – 41,2 % ДТВ. Також тут з'являються засідники (*Ficedula hypoleuca*) – 3,4 % ДТВ та оглядальники (*Pica pica*) – 1,8 % ДТВ. Зафіксовано специфічну групу зоофагів – мисливців (*Accipiter gentilis*), хоча їх дольова частка в загальному бюджеті часу

незначна (0,2 % від DTB). Насінеїди відсутні. Функціонування консорції дуба звичайного не є такою різноманітною. Частка глибоких нишпорників дуба черешчатого вдвічі менша, ніж сосни звичайної. Групу засідників та мисливців не спостерігали, але зафіксували насінеїдами (*Coccothraustes coccothraustes*).

Розподіл птахів за трофоморфами III-го порядку представлений за такими розмірними ланками: 1) до 10 г; 2) 10,1-20 г; 3) 20,1-30 г; 4) 30,1-50 г; 5) 50,1-100 г; 6) 50,1-понад 100 г. Кожна орнітоконсорція має свої особливості (рис.2).

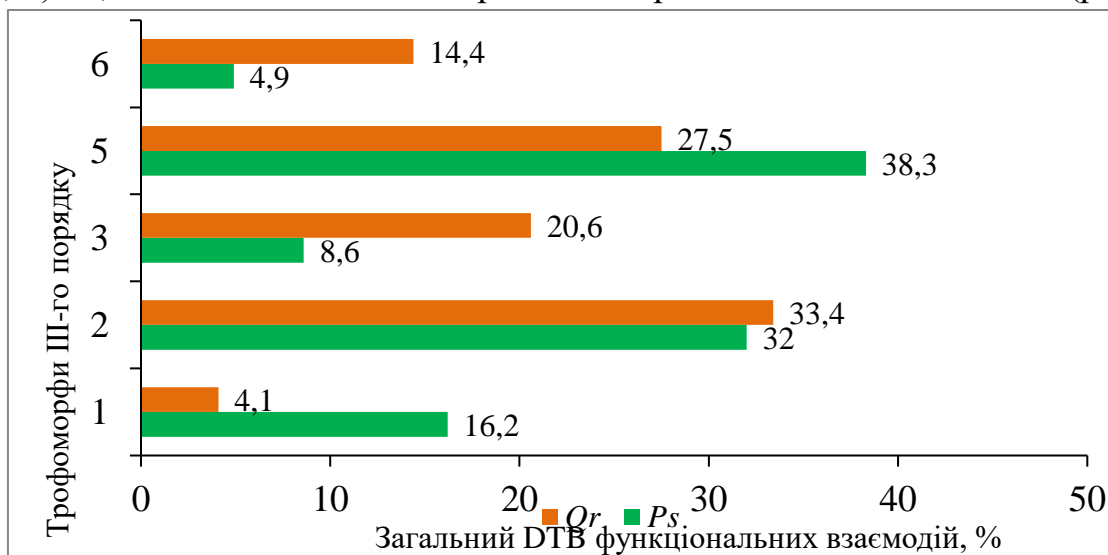


Рис. 2. Трофоморфи III-го порядку консортивних зв'язків з сосною звичайною та дубом звичайним в осінній період

Так, в орнітоконсорції сосни звичайної домінуючу позицію займають перша (16,2 % DTB), друга (32,0 % DTB) та п'ята (38,3 % DTB) розмірні ланки, а частка третьої та шостої ланок мають субдомінуюче значення – 8,6 % та 4,9 % DTB відповідно. А в орнітоконсорції дуба звичайного домінуючими є чотири розмірні ланки, а саме друга (33,4 % DTB), третя (20,6 % DTB), п'ята (27,5 % DTB) та шоста (14,4 % DTB). При цьому дольова частка першої розмірної ланки залишається порівняно низькою – 4,1 % DTB. Видів четвертої розмірної ланки не спостерігали в обох консорціях.

Висновки. У досліджуваних індивідуальних консорціях сосни звичайної в осінній період в умовах Житомирщини зафіксували вісімнадцять видів птахів-консортів, дуба черешчатого – дев'ять. Трофічні і топічні зв'язки становлять 100 % бюджету часу. Форичні та фабричні зв'язки відсутні.

Функціональний склад птахів обох консорції характеризується домінуванням дрімюфілів (сосна – 98,9 %, дуб – 100,00 %). У трофоморфічній структурі птахів-консортів переважають зоофаги, (сосна – 98,8 % DTB, дуб – 80,8 % DTB). Сосна звичайна восени підтримує більш різноманітну біоморфічну структуру (особливо трофоморфічну II –го порядку), ніж дуб звичайний.

Домінування лісових видів свідчить про важливу роль обох деревних порід

у формуванні функціональної структури лісових біогеоценозів.

References

1. Bulakhov V.L. Konsortivnie svyazi v sredoobrazuyushchei deyatelnosti pozvonochnikh zhivotnikh v stepnikh lesakh USSR. Znachenie konsortivnikh svyazei v organizatsii biogeotsenozov: materialy II Vsesoyuz. soveshch. po probleme izucheniya konsortsii. Perm: PGPI. 1976. S. 274 – 277.
2. Bulakhov V.L. Rol ptits v mezhibiogeotsenoznikh i mezhpartselyarnikh svyazyakh v ekstrazonalnikh lesnikh ekosistemakh. Ekologiya i okhrana ptits : tez. dokl. 8-i Vsesoyuz. ornitolog. konf. Kishenev: Shtinitsa. 1981. S. 34.
3. Ponomarenko A.L. Prostranstvennoe raspredilenie ptits v konsortsii duba (*Quercus robur*) v lipovo-yasenevikh dubravakh stepnogo Predneprovya v gnezdovoi period. *Vestnik zoologii. Ekologiya. Morfologiya. Metodika*. 2000. № 14. ch. 2. S. 107–113.
4. Akimov M.P. Biotsenoticheskaya rabochaya sistema zhiznenikh form – biomorf. *Nauchnie zapiski DGU*. 1955. t. 51. S. 5–54.
5. Ponomarenko O.L. (2018). Dynamika funktsionalnoi struktury uhrupovan ptakhiv indyvidualnykh konsortsii yasena zvychainoho pid vplyvom richnoi dynamiky klimatychnykh faktoriv. *Ecology and Noospherology*, 29(1), 26–30. <https://doi.org/10.15421/031804>
6. Ponomarenko O.L., Reva O.A. (2019). Vplyv sezonnykh klimatychnykh faktoriv na dynamiku konsortyvnykh zviazkiv ptakhiv z klenom polovym. *Pytannia stepovoho lisoznavstva ta lisovoi rekultyvatsii zemel*, 48, S. 67-80. <https://doi.org/10.15421/441907>
7. Ponomarenko O.L., Shulman M.V. (2019). Vplyv sezonnykh klimatychnykh faktoriv na dynamiku konsortyvnykh zviazkiv ptakhiv z dubom zvychainym. *Ecology and Noospherology*, 30(2), S. 85-94. <https://doi.org/10.15421/031915>
8. Ponomarenko O.L. (2020). Vplyv sezonnykh klimatychnykh faktoriv na dynamiku konsortyvnykh zviazkiv ptakhiv z lypoiu sertselystoiu. *Ecology and Noospherology*, 31(1), S. 38-45. <https://doi.org/10.15421/032006>
9. Chaplyhina A.B. (2016). Konsortivni zviazky kropyvianky chornoholovoi (*Sylvia atricapilla* L.) u lisovykh tsenozakh livoberezhnoi Ukrainy. *Biologichni studii*, 10(1), 99-110. <http://dx.doi.org/10.30970/sbi.1001.464>
10. Chaplyhina A.B., Hramma V.N., Bondarets D.I., Savynska N.O. (2015). Chlenystonohi u trofotsenotychnii strukturi konsortsii mukholovky biloshyioi v umovakh lisovykh bioheotsenoziv Pivnichno-Skhidnoi Ukrainy. *Visnik Dnipropetrovs'kogo universitetu, Seria Biologia, ekologiya*, 23(1), 74–85. <https://doi.org/10.15421/011511>
11. Klymchuk O.O. Sezonna dynamika konsortyvnykh zviazkiv ptakhiv zi sosnoiu zvychainoiu u berezovo-sosnovykh nasadzhenniakh Tsentralnogo Polissia. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*. 2015. Vyp. 25(5). 61–67.
12. Klymchuk O.O. Sezonna dynamika konsortyvnykh zviazkiv ptakhiv u chystykh dubovykh i hrabovo-dubovykh nasadzhenniakh Tsentralnogo Polissia. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*. 2015. Vyp. 25(2). S. 119–124.
1. Klymchuk O.O., Kratiuk O.L., Vlasiuk V.P. Tendentsii funktsionuvannya konsortyvnykh zviazkiv ptakhiv u vesniano-litnii period pid vplyvom napivvilnogo utrymannya myslyvskykh tvaryn v umovakh Tsentralnogo Polissia. *Ekologichni nauky*, 2021, 3(36). S. 153-159. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.3-36.25>
13. Klymchuk O.O., Kratyuk O.L., Vlasyuk V.P. , Kovtun T.I. Osoblyvosti funktsionuvannya konsortyvnykh zviazkiv ptakhiv u zymovyi period pid vplyvom napivvilnogo utrymannya

ratychnykh tvaryn v umovakh DP «Baranivske LMH». Ekolohichni nauky, 3 (42), 111–116.
<https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.3-42.18>

14. Borysov V.V., Kosheliev V.O., Kosheliev O.I. Sezonna dynamika konsortyvnykh zviazkiv ptakhiv u pryvatnykh sadakh mista Vilnianska (Zaporizka oblast). *Ekolohichni nauky*. 2020. 4(31). S. 156-166. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.4-31.25>

O. O. Klymchuk¹

¹*Polissia National University, Zytomyr, Ukraine*

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF CONCORDIVE RELATIONSHIPS OF BIRDS IN PINE AND OAK STANDS OF ZHYTOMYR REGION IN AUTUMN PERIOD

*The article is devoted to the study of the comparison of the main characteristics of the functioning of the birds-consorts species of Scots pine and Common oak in the autumn period. Pine and oak plantations of Zhytomyr region were selected for the study. A total of eighteen species of birds have been recorded in the functioning of the pine forest consortia. The dominant species are the Great Spotted Woodpecker (*Dendrocopos major* L.) and the Great Tit (*Parus major* L.), and their share in the total time budget of consortive relationships with Scots pine is 38.3% and 14.6% of DTB, respectively. The species composition of the consortia of the oak plantation is half that of the pine plantation – nine species of the birds-consorts species. In turn, the Great Spotted Woodpecker and the Great Tit dominate here again – 22.7% and 31.7% of DTB, respectively, as well as the Jay (*Garrulus glandarius* L.) – 14.4% and the Nuthatch (*Sitta europaeu* L.) – 13.5% DTB. Two functional interactions were identified: topical and trophic connections. It was established that the topical component of functional dependence prevails, because in the pine plantation its share is 60% of DTB, and in oak – 76.4% of DTB. The dominant consort species in both plantations is the Great Tit – 22.8% and 41.6% of DTB of topical connections. The trophic component is characterized by the dominance of the: Scots pine – 83.1%, Common oak – 60.2% of DTB of trophic links. A characteristic feature for the functioning of the consortia is a large percentage of species that hunt on the surface of the trunk – Gray-headed Woodpecker (*Picus canus* G.), Black Woodpecker (*Dryocopus martius* L.), Great Spotted Woodpecker and Nuthatch – 90.0% of DTB trophic links. Factory and phoric connections were not detected. The topomorphic structure is dominated by drimiobionts: Scots pine – 98.9%, Common oak – 100.0% DTB. The climamorphic component of Scots pine is represented by annual – 84.8% DTB and seasonal species – 15.2% DTB, Common oak – absolute dominance of year-round species. The trophomorphic structure of the ornithoconsortia of both oak and pine is incomplete, but with a predominance of zoophagous groups, which make up 80.8% of DTB and 98.8% of DTB, respectively. In the trophomorphic structure of the IIIrd link, the dominant position in the pine consortia is occupied by the first, second, and fifth dimensional links, and in the oak consortia – the second, third, fifth, and sixth dimensional links.*

Key words: *birds-consorts species, Scots pine, Common oak, time budget, topical and trophic relationships, topomorphs, climamorphs.*

Л. О. Ковальчук², С. М. Венгель², О. П. Вечірко²

²Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Малин, Україна

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗМНОЖЕННЯ ТА ІНТРОДУКЦІЇ ВИДУ GINKGO BILOBA L. В ЕДАТОПАХ МАЛИНСЬКОГО ФАХОВОГО КОЛЕДЖУ

Досліджено актуальні питання інтродукції, розмноження, ареалу поширення виду *Ginkgo biloba* L. в умовах едадонів Малинського фахового коледжу. Проаналізовано ботанічну характеристику, біологічні особливості, розкрито еколого-адаптивну здатність виду *Ginkgo biloba* L. до кліматичних умов Центрального Полісся України. Здійснено біологічну оцінку інтродукції та проаналізовано ефективність основних способів розмноження виду *Ginkgo biloba* L. у закритому і відкритому ґрунті в умовах едадонів Малинського фахового коледжу. Оцінено вегетативно-розмножувальну здатність посадкового матеріалу різного походження виду *Ginkgo biloba* L. Визначено перспективність інтродукції цього виду в умовах едадонів Малинського фахового коледжу. Вивчено енергію росту та оцінено фізіологічний розвиток виду *Ginkgo biloba* L. Досліджено інтенсивність проростання розмножувального матеріалу цього виду в умовах закритого та відкритого ґрунту. Встановлено, що екземпляри які ростуть у відкритому ґрунті не мають високого приросту. Практично доведено, що в умовах закритого ґрунту вид *Ginkgo biloba* L. давав значний приріст і мав динамічний розвиток. Визначено, що інтродукція *Ginkgo biloba* L. в умовах відкритого ґрунту Малинського фахового коледжу не в повній мірі успішна порівняно із умовами закритого ґрунту. В результаті досліджень обґрунтовано доцільність подальших їх проведень щодо визначення ефективності застосування режимів поливу, дослідження їх впливу на ефективність приживлювання виду *Ginkgo biloba* L. в умовах едадонів Малинського фахового коледжу.

Ключові слова інтродукція; гінґо дволопатеве; розмноження; середовище; ґрунт; едадон.

Вступ. У збільшенні видового різноманіття та збереженні генофонду рідкісних, реліктових зникаючих видів рослин, значну роль відіграє інтродукція (від лат. *introductio* – впровадження). Це впровадження видів або сортів рослин у місцевості, де вони раніше не зростали [9]. Такий термін вперше застосував В. П. Валуєв. Інтродукція рослин, з часом, все більше і більше стає важливим фактором впливу людини на довкілля. Великий інтерес для інтродукції рослин

²Ковальчук Лариса Олександрівна, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист. E-mail: larisa19_72@i.ua, <https://orcid.org/0000-0001-7645-7590>;

²Венгель Світлана Михайлівна, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист. E-mail: halcveta@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0003-3363-5777>;

²Вечірко Олеся Петрівна, спеціаліст першої категорії. Email: olesiavechirko@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3462-2364>.

отримав реліктовий вид третинного періоду гінкго дволопатевий (*Ginkgo biloba* L.) [1; 8]. Назва цього виду походить від неправильної транскрипції японської назви Ін-Кво (сріблястий плід), а епітет «білоба», відноситься до дволопатевої форми листа, зокрема англійська назва «maidenhair tree» пов'язана з подібністю форми листа та жилок до папороті дівочого [3]. Японці називали ці дерева срібними абрикосами та вирощували їх у садах, навколо буддійських храмів. Священні насадження гінкго були також у Китаї і Кореї, де його культивували з прадавніх часів завдяки чому, можливо, гінкго зберігся і до наших днів.

Мета досліджень – проведення оцінки інтродукції та розмноження *Ginkgo biloba* L. у закритому і відкритому середовищі в умовах едатоїв Малинського фахового коледжу.

Об'єктом дослідження був посадковий матеріал вегетативного походження реліктового виду.

Матеріал і методи дослідження. При проведенні досліджень першочерговим завданням було визначити перспективність інтродукції *Ginkgo biloba* L. в умовах едатоїв Малинського фахового коледжу. Вивчаючи енергію росту та розвиток *Ginkgo biloba* L. нами проведені дослідження проростання його в умовах закритого та відкритого середовища. Для цього в умовах навчальної теплиці коледжу в 2015 році були висаджені у ґрунт живці *Ginkgo biloba* L., вегетативного походження. Пізніше у 2018 році живці були висаджені на територію коледжу із закритого середовища, де вони раніше не проростали. Закрите середовище характеризувалось вологим, рихлим ґрунтом. Кліматичні умови місця укорінення характеризувались середньою річною температурою в межах +25,5°C. Відкрите середовище характеризується бідними супіщаними ґрунтами. Температурний режим місця укорінення характеризувався помірно-теплим літом і м'якою з достатньою кількістю снігу зимою. Середньорічна температура +6,4⁰C, кількість опадів 570 мм, тривалість вегетаційного періоду 195 днів, сніговий покрив від 30 до 35 см. Математичну обробку отриманих результатів досліджень проводили з використанням пакету аналізу Microsoft Excel 2010.

Аналіз літературних джерел. За даними Л. І. Рубцова, в Китаї, Японії і Кореї були виявлені декілька природних місцезнаходжень гінкго, зокрема в урочищі Мемушане, біля гори Ханчжоу [2]. В Китаї, Японії і Кореї відомо багато екземплярів гінкго, вік яких перевищує 1000 років, а деякі з них дожили і до 2000 років. Цей вид вважають «сучасником динозаврів», «живим викопним». Це стало можливим через безперервне існування виду протягом 270 мільйонів років без змін і тому, що він є найстарішим деревом у світі, у якого не залишилось живих родичів. Його зв'язок з іншими рослинами невизначений. В результаті цей вид

класифікують у власний відділ: Ginkgophyta, порядок Ginkgoales, який містить приблизно 15 родів, що датуються перським періодом (близько 298,9 мільйонів до 251,9 мільйонів років тому), що має існуючий вид *Ginkgo biloba* L.. З цієї причини гінкго вважається «зв'язною ланкою» між голонасінними та покритонасінними рослинами [7]. Основною відмінністю гінкго від хвойних, є його багатоджгутикові сперматозоїди, як у саговиків, за вегетативною анатомією, а частковий молекулярний аналіз його геному свідчить про набагато більш тісний зв'язок із саговниками, ніж з хвойними [10]. Це показують молоді дерева, що мають чіткий пірамідальний ріст з головним центральним стовбуром і розгалуженими бічними гілками Вони ростуть в діагональній орієнтації до стовбура, але з віком збільшення висоти сповільнюється, що супроводжується утворенням розлогої крони [11].

В Японії дорослі екземпляри досягають 30 м. у висоту і 3 м. у діаметрі. Це дводомне дерево має скупчення віялоподібних, листковидних, чергових простих шкірястих листків (довжиною 2-5 см) з роздвоєними паралельними жилками. Листя має яскраво-жовтий колір, що потім опадає протягом 15 днів восени [12]. Дерево демонструє надзвичайно повільний приріст з дуже поганою регенерацією через насіння. Для нього характерне вегетативне розмноження живцями. Встановлено, що здатність *Ginkgo biloba* L. пристосовуватись до різних умов проростання, дозволила йому зберігатися в горах з еродованими схилами і відіграла роль у його виживанні з морфологічною стабільністю [7]. Чоловічі та жіночі рослини зустрічаються у співвідношенні 1:1, рідко зустрічаються однодомні особини. Рослина демонструє високу стійкість до несприятливих умов навколишнього середовища, грибкових та бактеріальних захворювань, шкідників, несприятливого повітряного середовища, особливо великої концентрації CO₂, SO₂, що робить її придатною та актуальною для посадки в міських урбоценозах. Цей вид може бути моделлю для вивчення стійкості щодо несприятливої дії хвороб, толерантності до забруднення довкілля [5]. Вважається, що дикі види, родом з Китаю, є членами змішаних мезофітних лісів, які в якийсь момент охоплювали горбисті райони країни вздовж кордону долини річки Янцзи. *Ginkgo biloba* L. має величезне лікарське, духовне та ландшафтно-архітектурне значення в китайській культурі. Гінкго дволопатеве (*Ginkgo biloba* L.) культивується в країнах з субтропічним кліматом, але можливості адаптації цієї рослини дуже високі, про що свідчить його успішна культивування в багатьох країнах світу. Вперше цей вид став відомий європейцям у 1690 році, коли лікар Кемпфер придбав декілька насінин у японських торговців. У 1712 р. Кемпфер описав цей вид під назвою «гінкго». До 1730 р. *Ginkgo biloba* L. з'явився у ботанічних садах, дендраріях і колекціях екзотичних рослин в Європі, а через 50 років – у Північній Америці. Наразі *Ginkgo biloba* L. успішно вирощується у

Сполучених Штатах Америки, куди саджанці і насіння потрапили в кінці 18 століття [6].

На сьогоднішній день гінко із парків і садів перейшов на вулиці міст, чому сприяла його стійкість до великої концентрації токсичних газів у повітрі. Відомо, що гінкго добре зростає в сильно задимленому місті – Лондоні. Ця рослина майже не пошкоджується не тільки грибами, бактеріями, комахами, вірусами, але й промисловими газами. Гінкго рекомендують вирощувати біля індустріальних центрів [11].

Вперше в Україні *Ginkgo biloba* L. з'явився у 1918 р. у Нікітському ботанічному саду, зараз зустрічається в ботанічних садах і парках Одеси, Києва, Харкова, широко поширений в Білорусі, Росії, Латвії та інших країнах Східної Європи, Азії. Сьогодні нам показує, що в Україні *Ginkgo biloba* L. проростає не тільки у містах, ботанічних садах, але й у садибах українців, все частіше використовується при проведенні робіт із озеленення. [1]. В Україні навіть з'явилися плантаційні посадки цієї рослини для отримання лікарської сировини вітчизняного походження [10]. В Китаї плоди і насіння використовують для лікування багатьох хвороб та використовують як продукт харчування [11].

Ginkgo biloba L. декоративний з ранньої весни до пізньої осені. Використовуються як для одиноких посадок так і для створення алей. Перспективний для озеленення міст. Розмножують *Ginkgo biloba* L. насінням, живцями, щепленням. Краще укорінюються живці із зрілою деревиною. Укорінення проводять в теплиці і у відкритому ґрунті в прохолодому тінистому місці, у вологому, рихлому свіжому ґрунті. Не дивлячись на легкість вегетативного розмноження, рослини, що отримані таким чином ростуть повільніше рослин, які мають насіннєве походження, а живці взяті з бічних гілок, дають низькорослі дерева з неправильними стовбурами і кроною [4].

Результати дослідження. При проведенні досліджень нами було встановлено, що при інтродукції виду *Ginkgo biloba* L. в умовах закритого і відкритого ґрунту, спостерігається неоднорідне приживлення в різних умовах (табл. 1).

При проведенні досліджень ефективності інтродукції гінкго дволопатевого (*Ginkgo biloba* L.) в умовах едатопів Малинського фахового коледжу ми встановили, що найбільш ефективним укорінення та інтродукція проходить в

умовах закритого ґрунту. При цьому дослідні рослини цього виду характеризуються набагато більшою стійкістю ніж інтродуценти, отримані на відкритих ділянках. Тому, такий спосіб інтродукції виду *Ginkgo biloba* L. на сьогоднішній день є найбільш ефективним.

Обговорення отриманих результатів. При проведенні досліджень по вивченню ефективності інтродукції виду *Ginkgo biloba* L. встановлено неоднозначність та строкатість ходу процесу приживлення в умовах різних субстратів.

Таблиця 1

Визначення біологічної ефективності інтродукції *Ginkgo biloba* L. різних видів середовищ в едатопах Малинського фахового коледжу (середнє за 2015-2021 рр.)

Рік досліджень	Вид середовища			
	закрите		відкрите	
	ріст, (висота/діаметр)	розвиток, (обмерзання пагонів)	ріст, (висота/діаметр)	розвиток, (обмерзання пагонів)
2015	77,2/50,2	-	-	-
2016	80,0/53,5	-	-	-
2017	84,5/55,8	-	-	-
2018	88,8/58,4	-	-	-
2019	-	-	89,0/59,5	+
2020	-	-	89,5/59,8	+
2021	-	-	90,3/60,1	+
НІР ₀₀₅	0,21/0,24	-	0,28/0,34	-

Зокрема, варіанти, що приживлювались у відкритому ґрунті мали набагато гірші результати за морфологічними та фізіологічними ластивостями, ніж аналогічні екземпляри закритого ґрунту. Це свідчить про те, що вид *Ginkgo biloba* L. є селективним по відношенню до умов субстрату та методології укорінювання. Відповідно можна констатувати факт, що рослини краще укорінювати в умовах закритого ґрунту.

Висновки. За результатами досліджень нами було встановлено, що інтродуковані саджанці *Ginkgo biloba* L. вегетативного походження в умовах закритого і відкритого середовища в едатопах Малинського фахового коледжу по різному реагують на укорінення. Інтродуценти які ростуть у відкритому середовищі не дають належного приросту, мають слабкий розвиток, пагони частково обмерзають і з часом повністю відмирають. Нами встановлено, що в умовах закритого ґрунту інтродуценти *Ginkgo biloba* L. давали стабільний приріст і мали динамічний розвиток. Перспективою проведення подальших досліджень є спостереження за ростом і розвитком гінґо при застосуванні різних режимів поливу в літній період, що в подальшому може позитивно вплинути на ефективність процесу приживлення.

References

1. Rubtsov L. Y. (1971). Derevia y kustarnymy Kyrhyzyy. Kyev. Mysl. 272 s. [in Russian].
2. Sokolov S. Ya. (1949). Derevia y kustarnyky SSSR. Holosemennyye. Moskva. Lybyd. 461 s. [in English].
3. Samorodov V. M. (2004). Osoblyvosti suchasnoho periodu introduktsii hinkho dvolopatevoho (*Ginkgo biloba* L.) na Poltavshchyni. Berezotocha. S. 79-84. [in Ukrainian].
4. Sobko V.H. (1996). Introduktsiia rikdisnykh i znykaiuchykh roslyn flory Ukrainy. Kyiv. Naukova dumka. 238 s. [in Ukrainian].
5. Tereshchuk A. I. Hinkho dvolopateve. Porady shchodo vyroshchuvannia ta vykorystannia. Rivne: Volynski oberehy. 52 s. [in Ukrainian].
6. Fedorov A. A. (1978). Zhyzn rasstenyi. Moskva. Prosveshchenye. 447 s. [in English].
7. Bossavy J. (1964). Les differentes echelles de sensibilite des vegetaux pollutions atmosphetiques. Rev. forest/ frans. r. 35-41. [in English].
8. Mohanta T. K. (2012). Advances in *Ginkgo biloba* research: Genomics and metabolomics perspectives. African J Biotechnol. P. 36–44. [in English].
9. Del Tredici P. (1991). The architecture of *Ginkgo biloba* L. In: Edelin C, editor. LArbre: Biologie et Developement. Montpellier, France. Naturalia Monspeliensia. p. 155–168. [in English].
10. Singh B, Kaur P, Gopichand, Singh R. D., Ahuja P. S. (2008). Biology and chemistry of *Ginkgo biloba*. Fitoterapia. p. 43-67. [in English].
11. Zhou Z., Zheng S. (2003). The missing link in *Ginkgo* evolution. Nature. p. 23-87. [in English].

L. O. Kovalchuk¹, S. M. Vengel¹, O. P. Vechirko¹

¹*Malyny Vocational College, v. Hamarnya of Zhytomyr region, Ukraine*

ECOLOGICAL ASPECTS OF REPRODUCTION AND INTRODUCTION OF THE *GINKGO BILOBA* L. SPECIES IN THE EDATOPS OF THE MALINSKY VOCATIONAL COLLEGE

*Current issues of introduction, reproduction, range of distribution of the species *Ginkgo biloba* L. in the conditions of the edotopes of the Malyn Vocational College were studied. The botanical characteristics, biological features were analyzed, and the ecological and adaptive capacity of the *Ginkgo biloba* L. species to the climatic conditions of the Central Polissia of Ukraine was revealed. A biological evaluation of the introduction was carried out and the effectiveness of the main methods of reproduction of the *Ginkgo biloba* L. species was analyzed in closed and open ground in the conditions of the edatopes of the Malyna Vocational College. The vegetative and reproductive capacity of planting material of different origins of the species *Ginkgo biloba* L. was evaluated. The perspective of the introduction of this species in the conditions of the edatopes of the Malyna Vocational College was determined. The growth energy was studied and the physiological development of the species *Ginkgo biloba* L. was evaluated. The intensity of germination of the reproductive material of this species was studied in the conditions of closed and open soil. It was established that specimens growing in open ground do not have a high growth rate. It has been practically proven that under conditions of closed soil, the species *Ginkgo biloba* L. gave a significant increase and had a dynamic development. It was determined that the introduction of *Ginkgo biloba* L. in the conditions of the open ground of the Malyna Vocational College is not fully successful compared to the conditions of the closed ground. As a result of the research, the expediency of their further implementation regarding the determination of the effectiveness of the application of irrigation regimes, the study of their influence on the effectiveness of the engraftment of the *Ginkgo biloba* L. species in the conditions of the edotopes of the Malyna Vocational College is substantiated.*

Key words: *introduction, ginkgo two-lobed, reproduction, environment, soil, edatope.*

РОЗМНОЖЕННЯ ВИДІВ ТА КУЛЬТИВАРІВ РОДУ *HYDRANGEA* L. ЗЕЛЕНИМИ ЖИВЦЯМИ

Перспективність практичного використання інтродуцентів великою мірою визначаються вибором оптимальних способів розмноження та вирощування. Наведено результати проведення укорінення зелених живців видів та культиварів роду *Hydrangea* L., в залежності від термінів живцювання. Досліджено вплив стимуляторів росту на регенераційну здатність живців. Для встановлення оптимального терміну найвищої регенераційної здатності, зелені живці висаджували в три терміни: ранній (початок – середина червня), оптимальний (середина – кінець червня), пізній (кінець липня). Живці видів і культиварів роду *Hydrangea* L. найкраще вкорінюються у напівздерев'янілому стані, висаджені з 20 по 30 червня – в оптимальний термін. Найвища здатність до вкорінення спостерігалася у живців *H. serrata* 'Bluebird', *H. serrata* Imperatrice Eugenie, *H. macrophylla*, *H. macrophylla* Alba та *H. macrophylla* Normalis – 62,6–91,9%. Ці рослини відрізнялися високим відсотком укорінення як в оптимальний, так і в пізній термін живцювання. Процес ефективного вкорінення слід пов'язувати зі ступенем здерев'яніння пагонів, оскільки рослини характеризуються тривалим лінійним ростом, а також тривалим здерев'янінням пагонів. Встановлено, що максимальну вкорінюючу здатність мали *H. arborescens*, *H. arborescens* 'Grandiflora', *H. arborescens* 'Sterilis', *H. paniculata*, *H. paniculata* Grandiflora та *H. paniculata* Limelight. При цьому було відмічено, що рослини відрізнялися високим відсотком укорінення в оптимальний термін (від 78,3 до 88,4%) і значно знижувався він у пізній термін живцювання (від 45 до 55%), коли пагони закінчили ріст і майже повністю здерев'яніли. У живців *H. bretschneideri* була найнижчою здатність до укорінення, причому відсоток укорінення різко зменшувався від раннього 36,7 до пізнього 16,6% терміну живцювання. Цей вид відрізняється найкоротшим періодом лінійного росту та швидким здерев'янінням пагонів. Встановлено, що зовсім не вкорінювалися живці *H. petiolaris*. Оптимальні терміни живцювання гортензій завжди більш розтягнуті у рослин із тривалим ростом пагонів і коротші – у рослин із пагонами, що закінчують ріст та швидко дерев'яніють. Ми встановили, що при застосуванні стимуляторів росту укоріненість у більшості досліджуваних гортензій сягала 78,8–100%, до того ж була більш розвинена коренева система, корені утворювалися не тільки з вузла, але й значно вище по пагону. Це свідчить про те, що стимулятори дуже активізують процес укорінення. Встановлено, що тривалість укорінення живців гортензій становить від 12 до 35 діб.

Ключові слова: *Hydrangea* L. розмноження, зелені живці, укорінення, стимулятори росту.

Вступ. Широке використання гортензій у зеленому будівництві тісно

¹Коркуленко Альона Миколаївна, канд. с.-г. наук. E-mail: alyna_k@ukr.net,
<https://orcid.org/0000-0002-1746-5539>.

пов'язане з можливістю їх вегетативного розмноження. Відомості стосовно цього питання є в роботах О. З. Глухова та Н. Ф. Довбиша [2], Б. С. Єрмакова [3], З. Я. Іванової [4], І. А. Комарова [5], Д. А. Комісарова [6], Р. Х. Турецької та Ф. Я. Полікарпової [9], Р. Х. Турецької [10, 11], Т. В. Хромової [12, 13], слід зазначити, що переважна більшість досліджень присвячена *H. arborescens*, *H. paniculata* і *H. macrophylla*, даних щодо інших видів та культиварів роду на сьогоднішній день відсутні. Тому це підкреслює актуальність опублікованих результатів щодо проведених досліджень в цьому напрямку.

Матеріал і методи дослідження. Об'єктами досліджень були види і культивари роду *Hydrangea* L.: *H. arborescens* L., *H. arborescens* 'Grandiflora Rehd., *H. arborescens* Sterilis Torr.et Gr., *H. aspera* 'Macrophylla Hemsl., *H. bretschneideri* Dipp., *H. macrophylla* (Thunb.) DC., *H. macrophylla* (Thunb.) DC. Alba, *H. macrophylla* Normalis Wils., *H. paniculata* Sieb., *H. paniculata* Grandiflora Sieb., *H. paniculata* Sieb. 'Limelight, *H. petiolaris* Sieb. et Zucc., *H. serrata* (Thunb.) DC. Bluebird, *H. serrata* (Thunb.) DC. Imperatrice Eugenie.

Для укорінення зелених живців використовували холодні парники. Живці укорінювали в добре дренованому субстраті, що складався з трьох шарів – верхнього (3–5 см) промитий річковий пісок; під ним торфо-піщана суміш (15–20 см) у співвідношенні 1:1; найнижчого шару (завтовшки 10–15 см) – зі щебеню. Для досліду відбирали однотипні пагони з одновікових рослин, частину верхівки видаляли. На кожен варіант заготовляли 30 шт. живців, малопоширених культиварів – 5,7 шт. Повторність досліду - трьохкратна.

Успіх зеленого живцювання значною мірою залежить від термінів його проведення, зумовлених як фізіологічним, так і анатомо-морфологічним станом (ступенем здерев'яніння пагонів). Визначенню оптимальних термінів живцювання приділяли увагу майже всі дослідники, що займалися штучним вегетативним розмноженням рослин. Одні з них наголошують, що терміни живцювання залежать від географічного положення місця живцювання і метеорологічних факторів [6, 11]. Ряд учених пов'язує терміни живцювання з фазами розвитку пагонів [4, 10]. Для встановлення оптимального терміну найвищої регенераційної здатності, ми проводили живцювання у три терміни: з 5 по 15 червня (ранній термін); із 20 по 30 червня (оптимальний); з 20 по 30 липня (пізній).

Найсприятливішим для зеленого живцювання є стан максимального обводнення всіх тканин пагона, оскільки підтримання оптимальної вологості у зеленому живці сприяє активній діяльності камбію і високій інтенсивності фотосинтезу, що позначається на швидкості коренеутворюючої здатності. Тому ми в своїх дослідах, пагони заготовляли вранці у прохолодні та хмарні дні, коли тканини містять значний запас вологи, і швидко доставляли до місця

живцювання. Нарізали живці з двома вузлами. Щоб забезпечити утворення органічних сполук у регенеруючих тканинах, зелені живці брали з листковими пластинками. Оскільки листок одночасно є органом транспірації, для зменшення енергії транспірації на верхній частині живця залишали два листки.

Гортензія – рослина з довгими міжвузлями і має велику площу листової пластинки. Тому листки вкорочували наполовину, нижню пару видаляли. При нарізанні живців, нижній зріз виконували на 6–10 мм нижче від вузла, верхній – на 4–6 мм вище. Верхній зріз над вузлом робили прямим, нижній – навскіс із метою збільшення площі меристематичних тканин.

Перед висаджуванням живців, поверхню субстрату в парнику вирівнювали, ущільнювали й добре зволожували. Догляд за живцями полягав у підтриманні постійної вологості субстрату, не допускаючи при цьому як пересихання, так і надмірного зволоження, а також у притіненні останніх, запобігаючи потраплянню на них прямих сонячних променів.

Нашим завданням не було випробування нових, більш сучасних стимуляторів росту. Тому в дослідах ми використали лише відомі й досить поширені ростові речовини – індолілоцтову кислоту (ІОК) у концентраціях 50 і 100 мг/л та індолілмасляну кислоту (ІМК) в концентраціях 50 і 100 мг/л. Живці, що були зібрані в пучки, слабо перев'язували шпагатом і занурювали у водні розчини стимуляторів росту на 3–4 см. Час експозиції становив 18–20 годин. Після проведення обробки, нижні кінці живців обполіскували чистою водою і висаджували у ґрунтові субстрати. Контролем у кожному варіанті слугували живці, які витримували перед висаджуванням у воді, протягом такого ж самого часу.

Аналіз літературних джерел. У літературі зустрічаються неоднозначні дані стосовно вкорінення гортензій. Так, З. Я. Іванова [4] вказує, що види роду *Hydrangea* L. укорінюються стебловими живцями дуже добре – на 90–100%, тоді як Т. С. Счепіцька [8] зазначає, що вкорінення гортензій зеленим живцями становить – 68–89%. Хромова Т. В. [13] у Головному ботанічному саду АН СРСР досліджувала вплив стимуляторів росту на укорінення деревних рослин, у тому числі й *H. paniculata*. Для живців відбирала пагони, які ще не закінчили лінійного росту, завдовжки 10 см із частиною минулорічного пагона біля основи 3–10 см.

Перед висаджуванням, обробляла їх упродовж 24 годин водними розчинами індолілмасляної кислоти в концентрації 0,01% та янтарної кислоти в концентрації 0,002%. Частину живців витримувала у воді. Контролем при проведенні досліджень слугували живці, які відразу після нарізання висаджували в парник. У результаті досліду було встановлено, що укорінення живців, які були занурені у воду, становило – 58%, у водні розчини індолілмасляної кислоти – 78,

янтарної кислоти – 52%. На контролі укорінення було 70%. Хромова Т. В. стверджує, що у живців, оброблених стимуляторами росту, значно прискорилося коренеутворення. Крім того, вони мали більш розвинуту кореневу систему, порівняно із контролем. За даними Р. Х. Турецької [10], укорінення зелених живців *H. paniculata* сягає 80%, а при обробці стимуляторами росту – індолілоцтовою кислотою в концентрації 100 мг вона становила 100%. Єрмаков Б. С. [3] також досліджував особливості розмноження дерев і кущів зеленими живцями. В результаті проведених досліджень ним було встановлено, що вкорінення живців *H. paniculata* триває 12–18 днів і сягає 70–90%. Комаров І. А. [5] вказує на вкорінення 92–94% живців. Хромова Т.В. [12] вивчала також, як впливають терміни заготівлі пагонів на укорінення зимових і весняних живців *H. arborescens*. Дослідження показали, що укорінення зимових та весняних живців значною мірою залежить від термінів заготівлі пагонів для живцювання протягом осінньо-зимово-весняного періоду. Авторка дійшла висновку, що оптимальним терміном заготівлі є день живцювання, найкращим типом – весняні живці з пагоном поточного року завдовжки до 10 см. Єрмаков Б. С. [3] довів, що укорінення *H. arborescens* триває – 20–25 днів і становить 60–80%. Іванова З. Я [4] наголошує на високій регенераційній здатності *H. arborescens* у культурі *in vitro*, а також при розмноженні напівздерев'янілими живцями, вкорінення якої триває 28 днів і сягає 97%. Глухов О. З. та Н. Ф. Довбиш [2] вивчали особливості розмноження листяних рослин на південному сході України, в тому числі *H. arborescens*. Вони наводять укорінення різних типів стеблових живців: здерев'янілими – 42,4%, тривалість укорінення 38 днів; із п'яткою – 56,3 і 18 днів; зелених – 38,3 та 24 дні; напівздерев'янілих – 78,9%, і 22 дні. Вкорінення напівздерев'янілих живців із використанням індолілмасляної кислоти становить – 97,3%.

Комісаров Д. А. [6] вказує на високу коренеутворювальну здатність *H. macrophylla*: напівздерев'янілих – 100% та здерев'янілих живців – 96%. Тривалість укорінення зелених живців – 35, здерев'янілих – 45 днів. Дослідами Д. А. Комісарова встановлено, що *H. macrophylla* може утворювати корені також у воді. В оранжереї у воді при температурі 15–20°C укорінення живців досягло 88%, а при температурі 19–22°C – 100%, тривалість укорінення – 30–35 днів. Антипов В. Г. та Е. В. Ваверова [1] зазначають, що в умовах виробництва гортензії розмножують як насінням, так і зеленими живцями.

На сьогоднішній день однозначних даних, стосовно укорінення інших видів і культиварів роду, невідомо. Тому, враховуючи недостатню вивченість регенераційних процесів інтродукованих малопоширених видів та культиварів роду *Hydrangea* L., виникає необхідність дослідження особливостей їхнього розмноження зеленими живцями, що є на сьогоднішній день досить актуальним

питанням.

Результати дослідження. Зелене живцювання – один із способів вегетативного розмноження рослин. Його важлива особливість полягає в тому, що за допомогою функцій листка, забезпечується регенерація кореневої системи на відокремлених від материнської особини частинах стебла. На думку Б. С. Єрмакова [3], В. Г. Антипова та Е. В. Ваверової [1], зелене живцювання є основним виробничим способом розмноження гортензій.

Результати укорінення видів і культиварів роду *Hydrangea* L. залежно від термінів живцювання наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Укорінення зелених живців видів і культиварів роду *Hydrangea* L., залежно від термінів живцювання (середнє за 2019-2021 рр.)

Види, культивари	Терміни живцювання		
	5–15.06	20–30.06	20–30.07
	укорінення, % M±m		
<i>H. arborescens</i>	73,9±1,7	88,4±1,6	46,7±2,3
<i>H. arborescens Grandiflora</i>	65,5±1,1	78,3±1,6	51,7±3,4
<i>H. arborescens Sterilis</i>	69,5±2,7	85,6±1,1	55,0±2,8
<i>H. aspera Macrophylla</i>	50,0±3,3	56,7±3,4	40,5±2,4
<i>H. bretschneideri</i>	36,7±1,7	31,7±1,7	16,6±1,6
<i>H. macrophylla</i>	65,0±1,6	87,8±1,1	82,7±2,8
<i>H. macrophylla Alba</i>	63,3±3,4	90,0±3,4	83,3±2,4
<i>H. macrophylla Normalis</i>	62,6±0,7	86,2±0,5	85,0±1,7
<i>H. paniculata</i>	67,2±1,6	78,9±3,3	47,2±2,5
<i>H. paniculata Grandiflora</i>	70,0±3,3	81,6±1,6	50,4±2,8
<i>H. paniculata Limelight</i>	73,8±2,4	83,3±3,3	45,0±1,7
<i>H. petiolaris</i>	0,0	0,0	0,0
<i>H. serrata Bluebird</i>	76,7±3,4	88,3±1,6	88,1±2,4
<i>H. serrata Imperatrice Eugenie</i>	83,4±3,4	91,9±1,4	83,3±2,3
НІР ₀₀₅	0,21	0,26	0,24

Упродовж вегетації здатність живців до ризогенезу змінюється. Живці видів та культиварів роду *Hydrangea* L. найкраще вкорінюються у напівздерев'янілому стані, висаджені з 20 по 30 червня – в оптимальний термін. Ранній термін (із 5 по 15 червня) живцювання у більшості видів і культиварів роду забезпечував нижчий відсоток укорінення, оскільки живці, взяті з молодих пагонів, ще неспроможні були утворювати корені. Такі живці при висаджуванні

швидко загнивали, їхнє укорінення низьке. Із ростом та здерев'янінням пагонів різко зріс і відсоток укорінення. Оптимальний термін укорінення зумовлений, насамперед, ступенем дозрівання пагонів. При живцюванні в період оптимального для коренеутворення стану пагонів не тільки значно збільшується кількість укорінених живців, але й пришвидшується коренеутворення, посилюється пробудження бруньок, підвищується інтенсивність росту пагонів та життєздатність укорінених живців.

При пізніх термінах живцювання, коли пагони закінчили ріст і майже повністю здерев'яніли, укорінення живців різко зменшувалася. Новоутворена коренева система була не такою розвинутою, як в оптимальний термін живцювання, до того ж приростів пагонів зовсім не було.

В результаті проведених досліджень нами встановлено, що найвища здатність до вкорінення спостерігалася у живців *H. serrata Bluebird*, *H. serrata Imperatrise Eugenie*, *H. macrophylla*, *H. macrophylla Alba* та *H. macrophylla Normalis*– 62,6–91,9%. Ці рослини відрізнялися високим відсотком укорінення, як в оптимальний, так і в пізній термін живцювання. Добре вкорінення ми пов'язуємо зі ступенем здерев'яніння пагонів, оскільки рослини характеризуються тривалим лінійним ростом, а також тривалим здерев'янінням пагонів. Ми встановили, що добре вкорінювалися *H. arborescens*, *H. arborescens Sterilis*, *H. arborescens Grandiflora*, *H. paniculata*, *H. paniculata Grandiflora* та *H. paniculata Limelight*. Рослини відзначалися високим відсотком укорінення в оптимальний термін (від 78,3 до 88,4%) і значно знижувався він у пізній термін живцювання (від 45 до 55%), коли пагони закінчили ріст та майже повністю здерев'яніли. В результаті проведених досліджень було встановлено, що у живців *H. bretschneideri* була найнижчою здатність до вкорінення, причому відсоток укорінення різко зменшувався від раннього 36,7 до пізнього 16,6 % терміну живцювання. Цей вид відрізняється найкоротшим періодом лінійного росту та швидким здерев'янінням пагонів. Ми виявили, що не укорінювалися взагалі живці *H. petiolaris* як у ранній, так і в оптимальний та пізній терміни живцювання. Тривалість укорінення живців гортензій становить від 12–14 (*H. serrata Bluebird*) до 25–35 діб (*H. aspera Macrophylla*).

З метою підвищення коренеутворення, ми застосовували стимулятори росту, які використовують для укорінення живців при одержанні садивного матеріалу. Позитивна дія стимуляторів росту на укорінення рослин підтверджується значною кількістю публікацій [3, 4, 9, 10, 11]. На думку Б. С. Єрмакова [3], у результаті дії ростових речовин, в обробленому місці живця розвиваються як наявні кореневі зачатки, так і формуються нові меристематичні місця, з яких утворюються додаткові корені. Результати вкорінення живців залежно від стимуляторів росту наведено в таблиці 2.

Укорінення зелених живців видів і культиварів роду *Hydrangea* L. при обробці їх стимуляторами росту (середнє за 2019-2021 рр.)

Види, культивари	Вода (контроль)	ІОК, 50 мг/л	ІОК, 100 мг/л	ІМК, 50 мг/л	ІМК, 100 мг/л
	укорінення, % $M \pm m$				
<i>H. arborescens</i>	88,4±1,6	85,5±1,1	90,0±3,9	92,2±2,3	94,4±2,9
<i>H. arborescens</i> <i>Grandiflora</i>	78,3±1,6	87,7±1,6	91,1±2,2	81,3±2,5	88,4±1,6
<i>H. arborescens Sterilis</i>	85,6±1,1	88,9±2,2	87,8±1,1	87,7±2,2	97,8±1,1
<i>H. aspera Macrophylla</i>	56,7±3,4	–	–	63,4±3,4	70,0±3,3
<i>H. bretschneideri</i>	31,7±1,7	35,0±2,9	60,0±2,9	71,7±1,7	74,1±0,8
<i>H. macrophylla</i>	87,8±1,1	90,8±2,5	96,6±1,7	88,3±1,6	89,1±0,8
<i>H. macrophylla Alba</i>	90,0±3,4	87,8±2,1	91,9±1,4	94,2±0,9	100,0
<i>H. macrophylla Normalis</i>	86,2±0,5	97,6±2,4	100,0	88,1±2,4	94,2±0,9
<i>H. paniculata</i>	78,9±3,3	81,7±1,7	85,5±1,1	88,3±1,6	93,3±1,6
<i>H. paniculata Grandiflora</i>	81,6±1,6	78,8±2,1	88,6±1,9	82,1±1,2	86,7±1,7
<i>H. paniculata Limelight</i>	83,3±3,3	83,3±3,4	88,3±1,9	86,7±3,4	90,0±3,3
<i>H. petiolaris</i>	0,0	0,0	7,5±0,8	0,0	5,2±3,4
<i>H. serrata Bluebird</i>	88,3±1,6	100,0	100,0	88,6±1,9	94,2±0,9
<i>H. serrata Imperatrice</i> <i>Eugenie'</i>	91,9±1,4	97,6±2,4	100,0	94,3±0,9	91,9±1,4
НІР ₀₀₅	0,21	0,24	0,27	0,20	0,18

Ми встановили, що у живців гортензій висока здатність до вкорінення (31,7–91,9%) навіть без використання стимуляторів росту. В усіх живців, оброблених стимуляторами росту, більш розвинена коренева система (рис. 1, рис. 2), корені утворюються не тільки з вузла, але й значно вище по пагону. Це свідчить про те, що стимулятори дуже активізують процес коренеутворення.

У *H. aspera Macrophylla* та *H. bretschneideri* стимулятори росту значно активізують коренеутвоєння. Більшість рослин, які були оброблені стимуляторами росту, так само укорінювалися, як на контролі. Застосування останніх для укорінення напівдерев'янистих живців ми вважаємо необов'язковим.

Встановлено, що *H. petiolaris* важко розмножується живцями навіть з використанням стимуляторів росту, проте дуже легко – відводками. Слід

наголосити, що в умовах м. Києва, цей вид гортензій зростає переважно як ґрунтопокривна рослина, при контакті із землею пагони швидко вкорінюються.



Рис. 1. Живці *H. arborescens Grandiflora* через місяць після початку живцювання: 1 – контроль; 2 – 50 ІОК; 3 – 100 ІОК; 4 – 50 ІМК; 5 – 100 ІМК

Вплив стимуляторів росту проявився в утворенні живцями всіх рослин довшої й густішої кореневої системи (рис. 2).



Рис. 2. Живці *H. arborescens Grandiflora* через три місяці після початку живцювання: 1 – контроль; 2 – 50 ІОК; 3 – 100 ІОК; 4 – 50 ІМК; 5 – 100 ІМК

Укорінені живці зимостійких видів гортензій на грядки розсадника висаджували восени, а незимостійких гортензій, таких як *H. macrophylla*, *H. macrophylla Alba'* і *H. macrophylla Normalis*, залишали в парниках до весни, які на зиму вкривали ялиновими гілками та листяним опадом, а навесні висаджувати на грядки розсадника.

Сурс Ю. Т. [7] для розмноження *H. macrophylla* рекомендує брати

верхівкові пагони. Тому ми окремо дослідили укорінення живців, узятих із верхівкових пагонів. Живцювання проводили у липні (рис. 3).



Рис. 3. Укорінення живців *H. macrophylla*: а – з верхівок пагонів; б – із середньої частини пагона

Як ми бачимо на рис. 3, живці, що були взяті з верхівок пагонів, утворювали більш розвинену кореневу систему порівняно із живцями, взятими із середньої частини пагона. укорінення таких живців становило 100%. Варто зазначити, що ці живці вкорінюються на п'ять днів раніше, ніж ті, що взяті нижче по пагону.

Обговорення отриманих результатів. При проведенні досліджень розмноження видів та культиварів роду *HYDRANGEA* L. зеленими живцями нами було встановлено, що найвища здатність до вкорінення спостерігалася у живців *H. serrata* Bluebird, *H. serrata* Imperatrice Eugenie, *H. macrophylla*, *H. macrophylla* Alba та *H. macrophylla* Normalis– 62,6–91,9%. Ці рослини відрізнялися високим відсотком укорінення, як в оптимальний, так і в пізній термін живцювання. Крім того, нами було встановлено, що добре вкорінювалися *H. arborescens*, *H. arborescens* Sterilis, *H. arborescens* Grandiflora, *H. paniculata*, *H. paniculata* Grandiflora та *H. paniculata* Limelight. Рослини відзначалися високим відсотком укорінення в оптимальний термін (від 78,3 до 88,4%) і значно знижувався він у пізній термін живцювання (від 45 до 55%), коли пагони закінчили ріст та майже повністю здерев'яніли. У *H. aspera* *Macrophylla* та *H. bretschnideri* стимулятори росту значно активізують коренеутвоєння. Більшість рослин, які були оброблені стимуляторами росту, так само укорінювалися, як на контролі. Застосування останніх для укорінення напівздерев'янілих живців ми вважаємо необов'язковим. Нами встановлено, що

H. petiolaris важко розмножується живцями, навіть з використанням стимуляторів росту, проте дуже легко – відводками. Результатами досліджень було доведено, що ті живці, які були взяті з верхівок пагонів, мали на багато більшу життєздатність і утворювали більш розвинену кореневу систему, ніж живцевий матеріал, що був взятий із середньої частини пагона.

Висновки. Ми встановили, що для живцювання найбільш доцільно проводити заготівлю пагонів, які ще не закінчили лінійного росту, але вже вийшли із трав'янистого стану й починають дерев'яніти, але кора ще має зелене забарвлення. Визначено, що оптимальні терміни живцювання гортензій завжди більш розтягнуті у рослин із тривалим ростом пагонів (*H. aspera Macrophylla*, *H. macrophylla*, *H. serrata* разом з культиварами) і коротші – у рослин із пагонами, що закінчують ріст та швидко дерев'яніють (*H. arborescens*, *H. bretschnideri*, *H. paniculata* та їх культивари). Встановлено, що оптимальний термін живцювання гортензій в умовах м. Києва припадає на другу – третю декади червня, проте вони можуть зміщуватися у той чи інший бік, залежно від погодних умов. Доведено, що для укорінення *H. aspera Macrophylla*, *H. bretschnideri* рекомендуємо використовувати стимулятори росту. А вид *H. petiolaris* доцільно розмножувати відводками.

References

1. Antypov V. H., Vaverova E. V. (1978). Dekorativnye kustarnymy. Mynsk. Urozhai. 128 s. [in English].
2. Hlukhov O.Z., Dovbysh N. F. (2003). Pryskorene rozmnozhenia maloposhyrenykh derevnykh lystianykh roslyn na pivdenному skhodi Ukrainy. Donetsk. Lybid. 162 s. [in English].
3. Ermakov B. S. (1981). Razmnozhenye drevesnykh y kustarnykovykh rastenyi zelenym cherenkovanyem. Kyshynev. Shtyynsa. 222 s. [in English].
4. Yvanova Z. Ya. (1982). Byolohycheskye osnovy y pryemy vehetatyvnoho rozmnozheniya drevesnykh rastenyi steblevymy cherenkamy. Kyev. Lybyd. 288 s. [in Ukrainian].
5. Komarov Y. A. (2009). Tekhnolohiya rozmnozheniya drevesnykh rastenyi v Hlavnom botanicheskom sadu AN SSSR. Novoe v rozmnozhenyy sadovykh rastenyi. Kharkov. Misl. S. 102–106. [in English].
6. Komyssarov D. A. (2004). Byolohycheskye osnovy rozmnozheniya drevesnykh rastenyi cherenkamy. Kharkov. Lesnaia promyshlennost. 292 s. [in English].
7. Sus Y. T. (2003). Hortenzyy. Kharkov. Selkhozizdat. 32 s. [in English].
8. Schepitska T. S. (2000). Biolohichni osoblyvosti vydiv rodyny Hydrangeaceae Dum. u zviazku z introduktsiieiu u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. biol. nauk: spets. 03.00.05 «Botanika». Kyiv, 19 s. [in Ukrainian].
9. Turetskaia R. K., Polykarpova F. Y. (2008). Vehetatyvnoe rozmnozhenye rastenyi s pryemenenyem stymuliatorov rosta. Ryha. Nauka. 94 s. [in English].
10. Turetskaia R. K. (2008). Pryemy uskorennoho rozmnozheniya rastenyi putem cherenkovanyia. Ryha. Mysl. 168 s. [in English].
11. Turetskaia R. K. (2001). Fyzyolohiya korneobrazovanyia u cherenkov y stymuliatory rosta.

Kharkov. Мysl. 280 s. [in English].

12. Khromova T. V. (2005). Vlyianye srokov zahotovky pobehov na ukoreniaemost zymnykh y vesennykh cherenkov drevesnykh yntrodutsentov. Kharkov. Kalvaryia. S. 77–82. [in English].
13. Khromova T. V. (2004). O vlyiany rehulatorov rosta na ukoreniaemost cherenkov drevesnykh rastenyi. Kharkov. Kalvaryia. S. 59–63. [in English].

A. M. Korkulenko¹

¹*Malyn Vocational College, v. Hamarnya, Zytomyr region, Ukraine*

REPRODUCTION OF SPECIES AND CULTIVARS OF THE GENUS HYDRANGEA L. GREEN CUTTINGS

Prospects of practical use of introducers are largely determined by the choice of optimal methods of reproduction and cultivation. The results of rooting of green cuttings of species and cultivars of the genus Hydrangea L., depending on the timing of cuttings, are given. The effect of growth stimulants on the regeneration ability of cuttings was investigated. To establish the optimal period of the highest regeneration capacity, green cuttings were planted in three periods: early (beginning - mid-June), optimal (mid-late June), late (end of July). Cuttings of species and cultivars of the genus Hydrangea L. take root best in a semi-woody state, planted from June 20 to 30 - at the optimal time. The highest rooting ability was observed in cuttings of H. serrata 'Bluebird', H. serrata Imperatrice Eugenie, H. macrophylla, H. macrophylla Alba and H. macrophylla Normalis - 62.6–91.9%. These plants were distinguished by a high percentage of rooting both in the optimal and in the late period of grafting. The process of effective rooting should be related to the degree of lignification of shoots, since plants are characterized by long linear growth, as well as long lignification of shoots. It was found that H. arborescens, H. arborescens 'Grandiflora, H. arborescens 'Sterilis, H. paniculata, H. paniculata Grandiflora and H. paniculata Limelight had the maximum rooting ability. At the same time, it was noted that the plants were characterized by a high percentage of rooting in the optimal period (from 78.3 to 88.4%) and it significantly decreased in the late period of grafting (from 45 to 55%), when the shoots finished growing and almost completely defoliated. were dying The cuttings of H. bretschnideri had the lowest rooting ability, and the percentage of rooting decreased sharply from early 36.7 to late 16.6% of the grafting period. This species is distinguished by the shortest period of linear growth and rapid lignification of shoots. It was established that the cuttings of H. petiolaris did not take root at all. The optimal time for grafting hydrangeas is always longer for plants with long-growing shoots and shorter for plants with shoots that finish growing and quickly become woody. We established that when growth stimulants were used, rooting in most of the hydrangeas studied reached 78.8–100%, in addition, the root system was more developed, roots were formed not only from the node, but also much higher up the shoot. This indicates that stimulants greatly activate the rooting process. It was established that the duration of rooting of hydrangea cuttings is from 12 to 35 days.

Key words: *Hydrangea L., propagation, green cuttings, rooting, growth stimulants.*

О. Л. Кратюк¹, В. О. Кордиш², В. М. Осипчук²

¹ Поліський національний університет, м. Житомир, Україна,

² ДП «Лугинське лісове господарство», смт. Лугини, Україна.

ЗМІНА ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ У ПОСТПРОГЕННИЙ ПЕРІОД

Досліджено зміну діелектричних показників дерев сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), що зростають в осередку лісової пожежі на території Повчанського лісництва ДП «Лугинське лісове господарство». Вимірювання проводили у серпні 2020 після пожежі, яка сталася у травні цього ж року. Характеристика насадження: вік 55 років, склад деревостану 10Сз+Бп, клас бонітету – I, відносна повнота 0,7. Тип лісу – вологий дубово-сосновий суббір (Вз-дС). Вимірювання діелектричних показників проводили за методикою Г.Т. Криницького на стовбурі дерева на трьох висотах від поверхні ґрунту: 0,1 м, 1,3 м та 2,0 м. Середнє значення поляризаційної ємності на висоті 0,1 м становило $8,77 \pm 1,19$ пФ, на висоті 1,3 м – $7,03 \pm 0,74$ пФ, а на висоті 2,0 м – $8,41 \pm 0,83$ пФ. Загальне середнє значення для усіх модельних дерев дорівнювало $8,07 \pm 0,73$ пФ. Для поляризаційної ємності характерні високі показники коефіцієнта варіації, а саме: на висоті 0,1 м коефіцієнт варіації становить 60,68%, на висоті 1,3 м – 46,99%, на висоті 2,0 м – 44,36%. Середнє значення активного опору на висоті 0,1 м становило $67,30 \pm 17,44$ кΩ, на висоті 1,3 м – $62,83 \pm 13,46$ кΩ, а на висоті 2,0 м – $34,10 \pm 6,73$ кΩ. Загальне середнє значення дорівнювало $54,74 \pm 9,92$ кΩ. Коефіцієнти варіації для імпеданса становили: на висоті 0,1 м – 115,91%, на висоті 1,3 м – 95,85%, на висоті 2,0 м – 88,29%. Виявлено відсутність достовірної різниці показників поляризаційної ємності та імпеданса дослідних та контрольних насаджень *Pinus sylvestris*. Виділено чотири типи зміни з висотою показників поляризаційної ємності: нормальний (35,0% модельних дерев), зростаючий (30,0%), V-подібний (20,0%) та спадаючий (15,0%). За кожним з цих типів можна встановити локалізацію найбільшого впливу температури на стовбурі дерева, що відображається у зниженні показників провідності прикамбіальних тканин лубу. Виокремлення типів здійснювали за достовірністю різниці показників поляризаційної ємності у точках проведення замірів. Кожен з виділених типів має характерні особливості та потребує у перспективі детального аналізу.

Ключові слова: лісові пожежі; поляризаційна ємність; імпеданс; *Pinus sylvestris*.

Вступ. Лісові біогеоценози та вогонь еволюційно і функціонально пов'язані між собою. Вогонь - це руйнівний чинник, що найбільше поширений у природі. Він упродовж тривалого історичного розвитку лісових екосистем створював умови для утворення та закріплення механізмів успішного

¹Кратюк Олександр Леонідович, д-р біол. наук, професор кафедри лісівництва, лісових культур та таксації лісу. E-mail: deneshi_ks@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-2661-8074>;

Кордиш Вадим Олександрович, магістр. E-mail: vadimk7630@gmail.com;

Осипчук Віталій Миколайович, магістр. E-mail: vitaliy198825@ukr.net.

відновлення лісостанів та їх процвітання у майбутньому. Кожен лісовий регіон має свої особливі риси виникнення, поширення пожеж та ступеня їх впливу на лісові біогеоценози. Все це суттєво впливає на ступінь пірогенного впливу на лісові насадження. Вивчення особливостей таких змін можуть стати основою прогнозування розвитку лісових біогеоценозів у постпірогенний період.

*Об'єктом дослідження є деревостани сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) в осередку лісової пожежі.*

*Предметом дослідження є закономірності зміни діелектричних показників *Pinus sylvestris* у постпірогенний період.*

Мета роботи встановити особливості впливу низової пожежі на інтенсивність проходження процесів життєдіяльності у *Pinus sylvestris* в умовах вологого дубово-соснового субору. Вперше для лісових біогеоценозів Центрального Полісся проведено аналіз діелектричних показників дерев *Pinus sylvestris* у постпірогенний період. Ми, вперше в Україні, застосували методику визначення електрофізіологічних показників на основі висотної градації поляризаційної ємності та імпеданса стовбура дерев *Pinus sylvestris* з метою виявлення закономірностей просторово-часової зміни поширення лісової пожежі. Різноманітність типів зміни діелектричних показників у межах одного осередку лісової пожежі вказує на часову та просторову неоднорідність процесів горіння в умовах соснового деревостану, що підтверджується різними висотами найбільшого температурного впливу вогню на дерева *Pinus sylvestris*. Така особливість у майбутньому може сприяти створенню 3D моделі поширення лісової низової пожежі від біотичних та абіотичних характеристик лісових насаджень.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проводили на території Повчанського лісництва ДП «Лугинське ЛГ». У травні 2020 року тут сталася низова пожежа. Її площа становила 46,6 га. Після ліквідації наслідків пожежі ми провели обстеження території на предмет її впливу на стан життєвості *Pinus sylvestris*. Для визначення діелектричних показників обрали 46 квартал (виділ 3) площею 8,4 га. Лише частина території виділу зазнала впливу вогню. Характеристика насадження: вік 55 років, склад деревостану 10Сз+Бп, клас бонітету – I, відносна повнота 0,7. Тип лісу – вологий дубово-сосновий субір (В₃-дС). Таким чином, у межах одного виділу, ми провели дослідження поляризаційної ємності та імпеданса дерев *Pinus sylvestris*, уражених низовою пожежею та дерев, що не зазнали впливу вогню (контрольне насадження). Дослідження проводили 21 серпня 2020 року.

Вимірювання діелектричних показників проводили за методикою Г. Т. Криницького [12], адаптовану до різних умов застосування [11]. Вимірювання проводили аналоговим приладом Ф 4320. Згідно з методикою

електроди вводили на глибину 1 см у прикамбіальні тканини луба стовбура у трьох місцях, а саме: на висоті 0,1 м від поверхні ґрунту; на висоті 1,3 метра та на висоті 2,0 м. Вибір останньої висоти зумовлений наявністю нагара на деревах *Pinus sylvestris* до висоти максимум близько 2,5-3,0 метрів. Ми ж повинні були визначити силу впливу вогню, тому зупинилися на висоті саме у 2,0 м.

Аналіз літературних джерел. Вивченню електрофізіологічних показників *Pinus sylvestris* різних стадій онтогенезу та їх зміни, під дією низки чинників середовища, приділяють велику увагу [4, 7-10, 13, 14]. У зв'язку з постійним зростанням кількості лісових пожеж на території України [5], проблемі вивчення постпірогенних станів лісових насаджень присвячена значна кількість наукових публікацій. Розроблена низка різноманітних моделей, де є опис окремих наслідків пожеж для лісових насаджень різних регіонів [1-3, 16].

Низові пожежі призводять до погіршення життєвого стану дерев, сповільнюють фізіологічні процеси, знижують інтенсивність плодоношення, ведуть до трансформації структури трав'яно-чагарничкової та чагарникової рослинності, через зменшення загальної чисельності видів [17] тощо.

Характерною особливістю визначення життєздатності лісових насаджень після лісових пожеж є наявність нагару (висота розповсюдження та потужність). Встановлено, що між висотою нагару та висотою полум'я лісової пожежі існує пряма залежність [6]. Таким чином, знаючи середню висоту нагару на стовбурах дерев, досить легко визначити інтенсивність низової пожежі.

Моніторинг постпірогенного стану лісових насаджень базується на встановленні ступеня пошкодження цих насаджень різними вражаючими елементами лісових пожеж. Це можливо зробити не лише враховуючи відмерлі дерева, а і за зміною фізіологічних процесів ушкоджених дерев. Відомо, що відбір зразків провідних тканин стовбура, ушкоджених дерев, для оцінки його стану забезпечує досить високу точність створеного прогнозу, однак для застосування у виробництві він непридатний через надто велику трудомісткість [6]. Також можна використовувати прикамбіальні шари стовбура, які є досить чутливими та фізіологічно надактивними ділянками. Вони можуть бути використані для вимірювання діелектричних показників, у тому числі і у постпірогенний період [15], для діагностики стану лісових насаджень.

Результати дослідження. Вимірювання поляризаційної ємності (табл. 1, табл. 2) та імпеданса (табл. 3, табл. 4) провели на двадцяти модельних деревах (model tree – Mt) *Pinus sylvestris* в осередку лісової пожежі (Mt01-Mt20) та на десяти контрольних модельних деревах (Mt01_к-Mt10_к) за межами території пожежі.

**Показники поляризаційної ємності дерев *Pinus sylvestris*
в осередку лісової пожежі**

Модельне дерево	Поляризаційна ємність, nF			Середнє значення
	Висота замірів, м			
	0,1 м	1,3 м	2,0 м	
Mt01	16,00	8,40	13,00	12,47
Mt02	5,20	6,60	7,00	6,27
Mt03	3,20	7,60	13,00	7,93
Mt04	13,00	8,80	2,60	8,13
Mt05	12,00	7,20	12,00	10,40
Mt06	1,80	2,90	7,00	3,90
Mt07	7,00	5,20	5,20	5,80
Mt08	14,00	9,40	12,00	11,80
Mt09	7,60	7,20	6,00	6,93
Mt10	14,00	14,00	13,00	13,67
Mt11	14,00	8,00	3,20	8,40
Mt12	2,10	3,30	7,80	4,40
Mt13	2,00	3,00	6,50	3,83
Mt14	15,50	6,80	14,00	12,10
Mt15	7,40	6,80	7,20	7,13
Mt16	15,00	7,30	2,50	8,27
Mt17	2,10	3,50	8,00	4,53
Mt18	13,00	15,00	13,00	13,67
Mt19	8,00	6,90	7,20	7,37
Mt20	2,50	2,60	8,00	4,37
Середнє значення	8,77±1,19	7,03±0,74	8,41±0,83	8,07±0,73

Як уже ми зазначали вимірювання проводили на стовбурі: на трьох висотах від поверхні ґрунту – 0,1 м, 1,3 м та 2,0 м. Середнє значення поляризаційної ємності на висоті 0,1 м становило $8,77 \pm 1,19$ nF, на висоті 1,3 м – $7,03 \pm 0,74$ nF, а на висоті 2,0 м – $8,41 \pm 0,83$ nF. Загальне середнє значення для усіх модельних дерев дорівнювало $8,07 \pm 0,73$ nF. За результатами однофакторного дисперсійного аналізу між показниками поляризаційної ємності на висоті 0,1 м та 1,3 м ($F_{\text{факт}} = 1,55 < F_{0,95} (1; 39) = 4,10$), на висоті 1,3 м та 2,0 м ($F_{\text{факт}} = 1,54 < F_{0,95} (1; 39) = 4,10$), а також між показниками на висоті 0,1 м та 2,0 м ($F_{\text{факт}} = 1,30 < F_{0,95} (1; 39) = 4,10$) достовірної різниці не існує на 95% рівні значення. Для поляризаційної ємності за даних умов характерні високі показники коефіцієнта варіації, а саме: на висоті 0,1 м коефіцієнт варіації становить 60,68%, на висоті 1,3 м – 46,99%, на

висоті 2,0 м – 44,36%. Це досить високий показник варіації для цього показника для літнього періоду.

Таблиця 2

Показники поляризаційної ємності дерев *Pinus sylvestris* (контроль)

Модельне дерево	Поляризаційна ємність, nF			
	Висота проведення замірів			Середнє значення
	0,1 м	1,3 м	2,0 м	
Mt01 _к	6,00	6,40	6,00	6,13
Mt02 _к	8,20	8,00	7,00	7,73
Mt03 _к	12,00	8,00	7,40	9,13
Mt04 _к	7,60	6,80	6,40	6,93
Mt05 _к	8,40	8,20	6,80	7,80
Mt06 _к	7,50	7,40	7,00	7,30
Mt07 _к	17,00	14,00	16,00	15,67
Mt08 _к	16,00	14,00	15,00	15,00
Mt09 _к	18,00	14,00	9,60	13,87
Mt10 _к	7,00	7,50	7,00	7,17
Середнє значення	10,77±1,45	9,43±1,01	8,82±1,15	9,67±1,16

Середнє значення поляризаційної ємності контрольних модельних дерев сосни звичайної (див. табл. 2.) на висоті 0,1 м становило 10,77±1,45 nF, на висоті 1,3 м – 9,43±1,01 nF, а на висоті 2,0 м – 8,82±1,15 nF. Загальне середнє значення для усіх контрольних модельних дерев дорівнювало 9,67±1,16 nF.

За результатами однофакторного дисперсійного аналізу, між показниками поляризаційної ємності на висоті 0,1 м та 1,3 м ($F_{\text{факт}} = 0,57 < F_{0,95} (1; 19) = 4,41$), на висоті 1,3 м та 2,0 м ($F_{\text{факт}} = 0,16 < F_{0,95} (1; 19) = 4,41$), а також між показниками на висоті 0,1 м та 2,0 м ($F_{\text{факт}} = 1,10 < F_{0,95} (1; 19) = 4,41$) достовірної різниці не існує на 95% рівні значення. Для поляризаційної ємності, в умовах без впливу низової пожежі, характерні дещо менші показники коефіцієнта варіації, а саме: на висоті 0,1 м коефіцієнт варіації становить 42,64%, на висоті 1,3 м – 33,94%, на висоті 2,0 м – 41,43%.

Ми також перевірили наскільки показники поляризаційної ємності, на тимчасовій пробній площі, відрізняється від аналогічних показників на контрольній ділянці. За результатами однофакторного дисперсійного аналізу у кожній з висот точок вимірювання не виявлено достовірної різниці (на висоті 0,1 м – $F_{\text{факт}} = 1,03 < F_{0,95} (1; 29) = 4,20$; на висоті 1,3 м – $F_{\text{факт}} = 3,61 < F_{0,95} (1; 29) = 4,20$; на висоті 2,0 м – $F_{\text{факт}} = 0,08 < F_{0,95} (1; 29) = 4,20$; загальний середній показник – $F_{\text{факт}} = 1,48 < F_{0,95} (1; 29) = 4,20$).

Середнє значення активного опору (див. табл. 3.) на висоті 0,1 м становило $67,30 \pm 17,44$ кΩ, на висоті 1,3 м – $62,83 \pm 13,46$ кΩ, а на висоті 2,0 м – $34,10 \pm 6,73$ кΩ. Загальне середнє значення для усіх модельних дерев дорівнювало $54,74 \pm 9,92$ кΩ. Незважаючи на такі показники, особливо виділяється імпеданс на висоті 2,0 м, за результатами однофакторного дисперсійного аналізу між показниками імпедансу на висоті 0,1 м та 1,3 м ($F_{\text{факт}} = 0,04 < F_{0,95} (1; 39) = 4,10$), на висоті 1,3 м та 2,0 м ($F_{\text{факт}} = 3,64 < F_{0,95} (1; 39) = 4,10$), а також між показниками на висоті 0,1 м та 2,0 м ($F_{\text{факт}} = 3,15 < F_{0,95} (1; 39) = 4,10$) достовірної різниці не існує на 95% рівні значення. Для імпеданса, як ми і зазначали, за цих умов характерні високі показники коефіцієнта варіації, а саме: на висоті 0,1 м коефіцієнт варіації становить 115,91%, на висоті 1,3 м – 95,85%, на висоті 2,0 м – 88,29%. Це високі показники коефіцієнта варіації, як для літнього періоду.

Таблиця 3

Показники імпеданса дерев *Pinus sylvestris* в осередку лісової пожежі

Модельне дерево	Імпеданс, кΩ			Середнє значення
	Висота проведення замірів			
	0,1 м	1,3 м	2,0 м	
Mt01	23,5	17,5	15,0	18,67
Mt02	45,0	27,0	26,0	32,67
Mt03	70,0	38,0	14,0	40,67
Mt04	14,0	35,0	90,0	46,33
Mt05	14,0	19,0	16,0	16,33
Mt06	160,0	190,0	26,0	125,33
Mt07	35,0	70,0	40,0	48,33
Mt08	12,0	16,5	15,0	14,50
Mt09	22,0	25,0	24,0	23,67
Mt10	15,0	14,0	14,0	14,33
Mt11	15,0	40,0	100,0	51,67
Mt12	180,0	140,0	17,0	112,33
Mt13	200,0	160,0	33,0	131,00
Mt14	14,0	23,5	14,0	17,17
Mt15	44,0	50,0	45,0	46,33
Mt16	14,0	40,0	110,0	54,67
Mt17	250,0	130,0	11,0	130,33
Mt18	14,0	14,0	13,0	13,67
Mt19	24,5	27,0	26,0	25,83
Mt20	180,0	180,0	33,0	131,00
Середнє значення	$67,30 \pm 17,44$	$62,83 \pm 13,46$	$34,10 \pm 6,73$	$54,74 \pm 9,92$

Середнє значення імпеданса контрольних модельних дерев сосни звичайної (див. табл. 4.) на висоті 0,1 м становило $19,55 \pm 2,18$ к Ω , на висоті 1,3 м – $19,05 \pm 1,59$ к Ω , а на висоті 2,0 м – $19,80 \pm 1,76$ к Ω . Загальне середнє значення для усіх контрольних модельних дерев дорівнювало $19,47 \pm 1,74$ к Ω . За результатами однофакторного дисперсійного аналізу між показниками імпеданса на висоті 0,1 м та 1,3 м ($F_{\text{факт}} = 0,03 < F_{0,95} (1; 19) = 4,41$), на висоті 1,3 м та 2,0 м ($F_{\text{факт}} = 0,10 < F_{0,95} (1; 19) = 4,41$), а також між показниками на висоті 0,1 м та 2,0 м ($F_{\text{факт}} = 0,008 < F_{0,95} (1; 19) = 4,41$) достовірної різниці не існує на 95% рівні значущості. Для імпеданса, в умовах без впливу низової пожежі, характерні відчутно менші показники коефіцієнта варіації, а саме: на висоті 0,1 м коефіцієнт варіації становить 35,24%, на висоті 1,3 м – 26,52%, на висоті 2,0 м – 28,15%.

Таблиця 4

Показники імпеданса дерев сосни звичайної (контроль)

Модельне дерево	Імпеданс, к Ω			Середнє значення
	Висота проведення замірів			
	0,1 м	1,3 м	2,0 м	
Mt01 _к	34,0	26,0	27,0	29,00
Mt02 _к	18,0	18,5	20,5	19,00
Mt03 _к	16,0	19,0	19,0	18,00
Mt04 _к	21,0	22,0	22,5	21,83
Mt05 _к	19,0	17,5	20,5	19,00
Mt06 _к	24,5	17,0	18,0	19,83
Mt07 _к	13,0	14,0	13,0	13,33
Mt08 _к	14,0	14,0	12,0	13,33
Mt09 _к	11,0	14,0	16,0	13,67
Mt10 _к	25,00	28,50	29,50	27,67
Середнє значення	19,55\pm2,18	19,05\pm1,59	19,80\pm1,76	19,47\pm1,74

За результатами однофакторного дисперсійного аналізу лише на висоті 1,3 м ми виявили достовірну різницю між показниками імпедансу ($F_{\text{факт}} = 5,17 > F_{0,95} (1; 29) = 4,19$). Не виявлено достовірної різниці на висоті 0,1 м ($F_{\text{факт}} = 3,67 < F_{0,95} (1; 29) = 4,19$) та на висоті 2,0 м ($F_{\text{факт}} = 2,18 < F_{0,95} (1; 29) = 4,19$).

Обговорення отриманих результатів. Відсутність достовірної різниці показників поляризаційної ємності дослідних та контрольних насаджень *Pinus sylvestris* суперечило нашій робочій гіпотезі, що низові лісові пожежі впливають на ступінь життєвості деревних порід. Проаналізувавши закономірності зміни показників поляризаційної ємності модельних дерев, за висотою, в осередку

лісової пожежі, ми їх згрупували у чотири типи, які ми умовно назвали: V-подібний, нормальний, зростаючий та спадаючий (рис. 1).

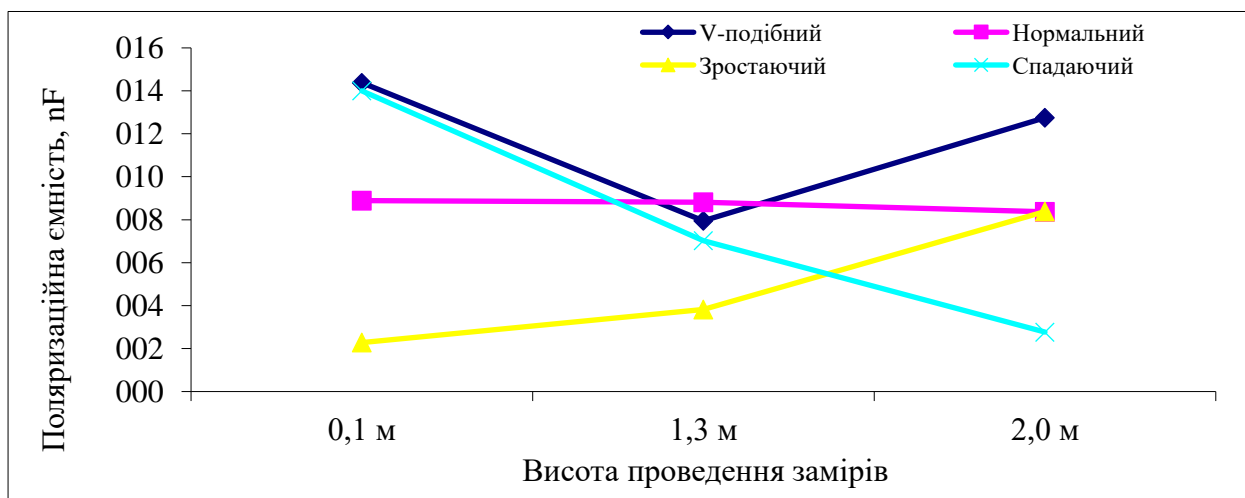


Рис. 1. Типи зміни поляризаційної ємності дерев *Pinus sylvestris* в осередку лісової пожежі (на основі середніх значень)

Виокремлення типів здійснювали за достовірністю різниці поляризаційної ємності у точках проведення замірів. Загалом нормальний тип зміни поляризаційної ємності характерний для 35,0% модельних дерев, зростаючий – для 30,0%, V-подібний – для 20,0%, а спадаючий – для 15,0%. Кожен з виділених типів має свої особливості, а тому потребує детального аналізу.

Значний відсоток модельних дерев з нормальним типом зміни поляризаційної ємності свідчить про невисоку загальну інтенсивність лісової пожежі.

Нормальний тип зміни поляризаційної ємності характеризується відсутністю достовірної різниці між показниками отриманими на висоті 0,1 м і 1,3 м ($F_{\text{факт}} = 0,0014 < F_{0,95} (1; 13) = 4,75$) та 1,3 і 2,0 м ($F_{\text{факт}} = 0,053 < F_{0,95} (1; 13) = 4,75$), їх середні значення становлять відповідно: висота 0,1 м – 8,89 пФ, 1,3 м – 8,81 пФ, 2,0 м – 8,37 пФ. Таким чином, ми можемо говорити, що за висотою стовбура не відбувається змін показника. Такий тип відповідає фізіологічно здоровим деревам. Нормальний тип розподілу поляризаційної ємності виявлено у семи модельних дерев: Mt02, Mt07, Mt09, Mt10, Mt15, Mt18, Mt19 (рис. 2).

Графіки зміни поляризаційної ємності цих семи модельних дерев можна ще розділити на дві групи: до першої віднести Mt10 та Mt18, зміна показників поляризаційної ємності у яких відповідає II категорії санітарного стану, інші п'ять – Mt02, Mt07, Mt09, Mt15, Mt19 – до III-IV категорії санітарного стану.

Таким чином, в осередку низової лісової пожежі, ми маємо дерева з нормальним ходом зміни електрофізіологічних показників.

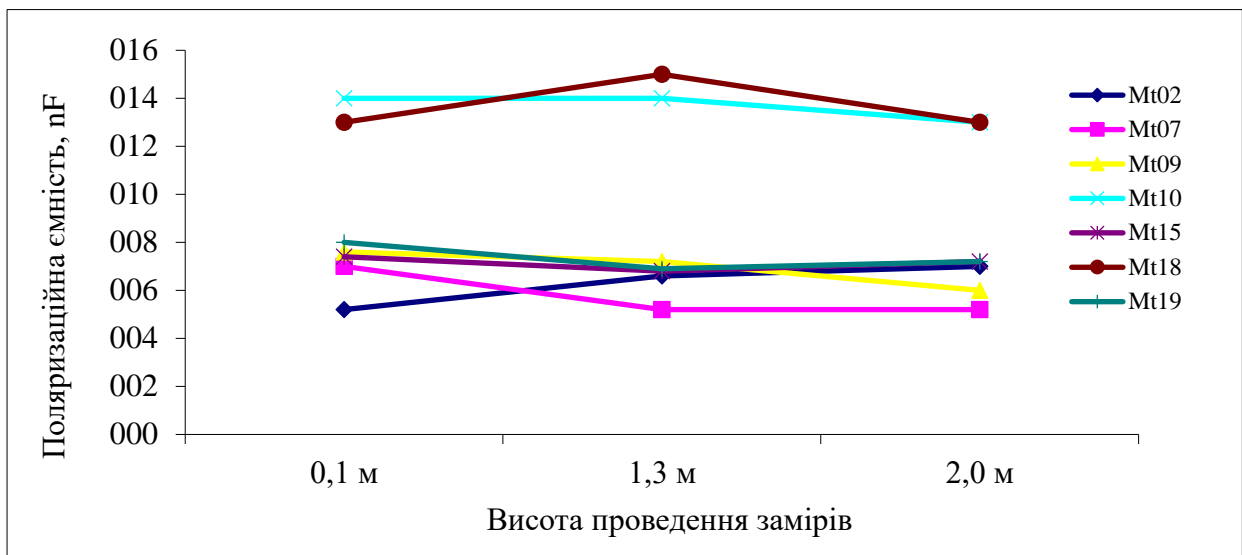


Рис. 2. Розподіл показників поляризаційної ємності за нормальним типом

Таким чином, в осередку низової лісової пожежі, ми маємо дерева з нормальним ходом зміни електрофізіологічних показників.

Для Mt01, Mt05, Mt08 та Mt14 характерний V-подібний тип зміни (рис. 3). Він характеризується високими показниками поляризаційної ємності на висоті 0,1 м ($m = 14,38 \text{ nF}$) і 2,0 м ($m = 12,75 \text{ nF}$), які відповідають другій категорії санітарного стану, та низьким показником поляризаційної ємності на висоті 1,3 м ($m = 7,95 \text{ nF}$). Для цього типу існує достовірна різниця між показниками отриманими на висоті 0,1 м і 1,3 м ($F_{\text{факт}} = 35,69 > F_{0,95} (1; 7) = 5,98$) та 1,3 м і 2,0 м ($F_{\text{факт}} = 39,84 > F_{0,95} (1; 7) = 5,98$), а графік умовно нагадує латинську літеру V.

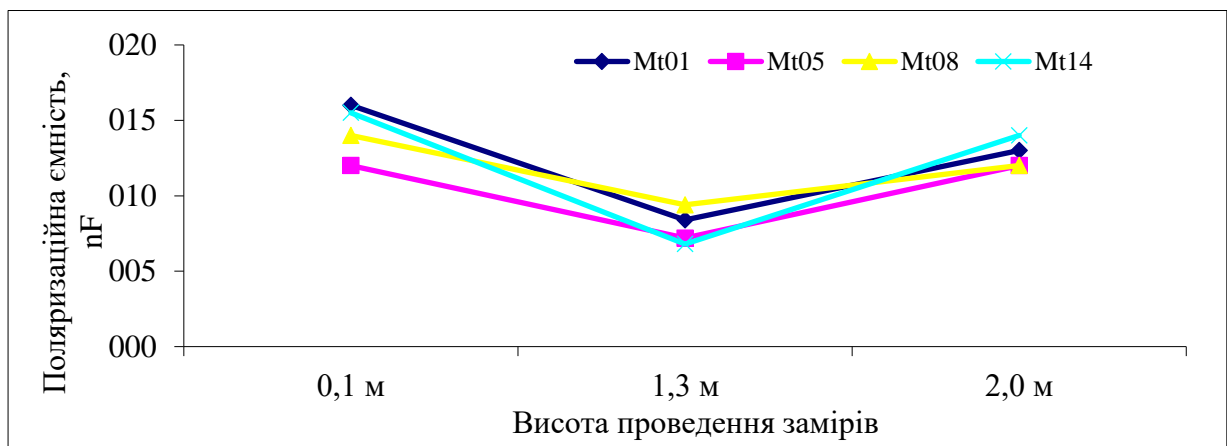


Рис. 3. Розподіл показників поляризаційної ємності за V-подібним типом

Порівняно низькі показники на висоті 1,3 м можуть свідчити, що саме на цій висоті температура вогню була найвищою. Відповідно, і ураження тканин стовбура найсильнішими.

Зростаючий тип зміни діелектричного показника характеризується дуже низькими значеннями на висоті 0,1 м ($m = 2,28$ nF), які повільно зростають до висоти 1,3 м ($m = 3,82$ nF), проте достовірно не відрізняються ($F_{\text{факт}} = 3,72 < F_{0,95}(1; 11) = 4,96$) та значно достовірно зростають до висоти 2,0 м ($F_{\text{факт}} = 13,88 > F_{0,95}(1; 11) = 4,96$), виходячи на рівень показників фізіологічно здорових дерев ($m = 8,38$ nF). Такий тип виявлено у шести модельних дерев: Mt03, Mt06, Mt12, Mt13, Mt17, Mt20 (рис. 4).

Особливо показовою є зміна поляризаційної ємності у Mt03. Низький показник на висоті 0,1 м (3,20 nF), на висоті 1,3 м збільшується до 7,60 nF, з подальшим зростанням до 13,00 nF (рівень фізіологічних процесів II категорії санітарного стану хвойних дерев) на висоті двох метрів. Показово, що у Mt03 показник ємності на висоті 1,3 м такий, як у інших модельних дерев на висоті два метри.

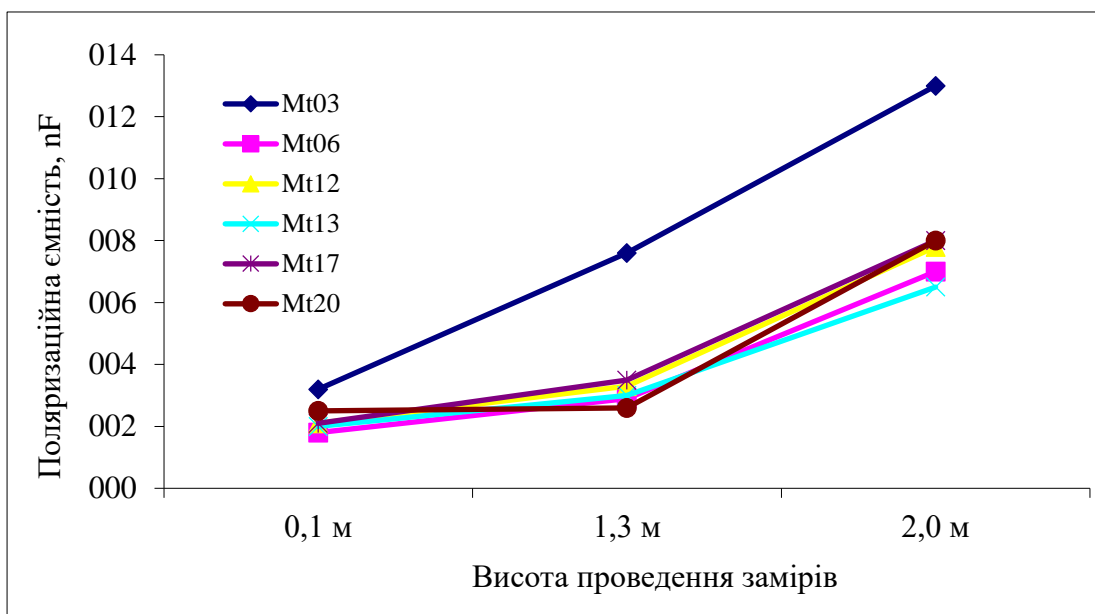


Рис. 4. Розподіл показників поляризаційної ємності за зростаючим типом

Значення показників поляризаційної ємності на висоті 0,1 м змінюються у межах 1,80-3,20 nF, відповідають висихаючим деревам, що свідчить про високий ступінь ураження стовбура у цьому місці. Змертвілі ділянки стовбура мають товщину, щонайменше, більше 1,0 см, що не дає можливості щупу контактувати зі ще живими тканинами. Навколо стовбура окремих дерев спостерігалось майже повне вигорання підстилки, що свідчить про високу температуру у цьому локалітеті.

Тип зміни поляризаційної ємності - спадаючий - відзначається високими показниками на висоті 0,1 м ($m = 14,00$ nF), що відповідає II категорії санітарного стану. До висоти 1,3 м середнє значення поляризаційної ємності зменшується до 8,03 nF, а згодом падає до 2,77 nF на висоті двох метрів. Існує достовірна різниця

показників на висоті 0,1 м і 1,3 м ($F_{\text{факт}} = 68,32 > F_{0,95} (1; 5) = 7,71$) та 1,3 м і 2,0 м ($F_{\text{факт}} = 117,75 > F_{0,95} (1; 5) = 7,71$). Цей тип відмічено нами лише у трьох модельних деревах: Mt04, Mt11 та Mt16 (рис. 5).

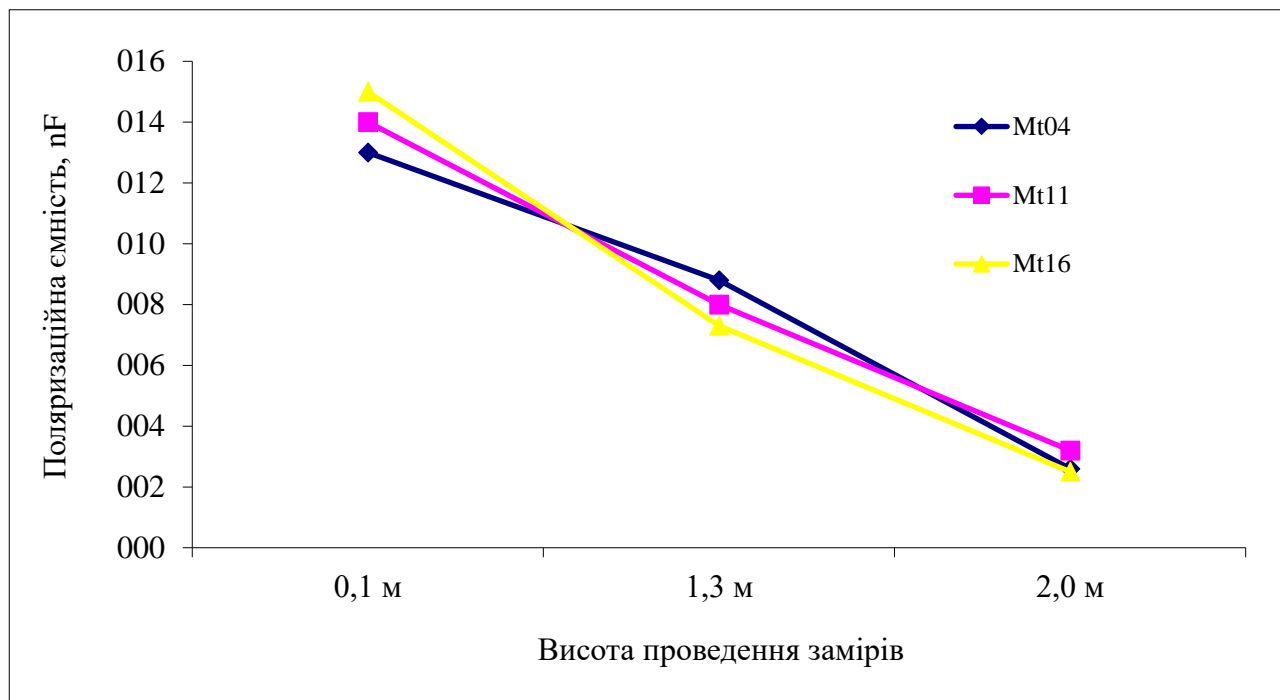


Рис. 5. Розподіл показників поляризаційної ємності за спадаючим типом

Така зміна показників поляризаційної ємності по стовбуру дерева свідчить, що найбільше ураження *Pinus sylvestris* отримала на висоті 2,0 м, а нижня частина стовбура не зазнала видимого впливу, окрім незначного обвуглення кори. Аналізуючи типи зміни поляризаційної ємності у трьох площинах (0,1 м, 1,3 м, 2,0 м), в межах осередку лісової пожежі, можна припустити просторово-часову неоднорідність процесу горіння, що підтверджується різними висотами найбільшого температурного впливу вогню на *Pinus sylvestris*.

Стосовно типів зміни показників імпеданса за висотою, то їх графічне відображення має свої характерні особливості. Нормальний тип зміни показників зберігається. Антагоністичність показників поляризаційної ємності та імпеданса призводить до того, що V-подібний тип зміни поляризаційної ємності трансформується (графік перевертається піком доверху і його можемо назвати несправжнім, або перевернутим V-подібним типом). Відповідно зростаючий тип, для поляризаційної ємності, автоматично стає спадаючим, для імпеданса, і навпаки, спадаючий тип для поляризаційної ємності стає зростаючим для імпеданса.

Нами також встановлено, що для одного і того ж дерева типи зміни поляризаційної ємності та імпеданса можуть бути різними. Так для Mt05 зміна

показників імпеданса відповідає нормальному типу (14,0-19,0-16,0 kΩ), а зміна поляризаційної ємності описується V-подібним графіком (12,0-7,2-12,0 nF).

Висновки. Проведений нами комплексний аналіз зміни електрофізіологічних показників дерев *Pinus sylvestris* за висотою в осередку лісової пожежі дозволяє зробити нам наступні висновки та узагальнення.

Встановлено, що на кожній з висот (0,1 м, 1,3 м та 2,0 м) вимірювання не виявлено достовірної різниці показників поляризаційної ємності дослідних та контрольних насаджень *Pinus sylvestris* (на висоті 0,1 м – $F_{\text{факт}} = 1,03 < F_{0,95} (1; 29) = 4,20$; на висоті 1,3 м – $F_{\text{факт}} = 3,61 < F_{0,95} (1; 29) = 4,20$; на висоті 2,0 м – $F_{\text{факт}} = 0,08 < F_{0,95} (1; 29) = 4,20$; загальний середній показник – $F_{\text{факт}} = 1,48 < F_{0,95} (1; 29) = 4,20$).

Виділено чотири типи зміни показників поляризаційної ємності: V-подібний, нормальний, зростаючий та спадаючий. За кожним з цих типів можна встановити локалізацію найбільшого впливу температури на стовбурі дерева, що відображається у зниженні показників провідності прикамбіальних тканин лубу.

Різноманітність типів зміни показників поляризаційної ємності - у межах осередку лісової пожежі - вказує на просторово-часову неоднорідність процесу горіння в умовах соснового деревостану, на що вказують різні висоти найбільшого температурного впливу вогню на дерева *Pinus sylvestris*. Така закономірність може сприяти створенню у майбутньому 3D-моделі поширення лісової низової пожежі.

References

1. Voron, V.P., Sydorenko, S.H., Melnyk, Ye.Ie., & Ivashyniuta S.V. (2012). Osoblyvosti rozvytku derev pry riznykh typakh poshkodzhennia sosniakiv pislia nyzovykh pozhezh [Features of pine stand development with various types of damage after surfacefire]. *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy*. 10. 148–154. [in Ukrainian].
2. Humeniuk V.V. (2015). Pryrodne ponovlennia nasadzhen sosny zvychainoi (*Pinus sylvestris* L.), proidenykh nyzovymy pozhezhamy u rehioni Tsentralnoho Polissia Ukrainy [Natural regeneration in Scots pine stands (*Pinus sylvestris* L.) passed ground fires in central Polissya of Ukraine]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*. 25(5). 48–55. [in Ukrainian]
3. Humeniuk, V.V., Holiaka, D.M., & Zibtsev, S.V. (2015). Ground fire effects on pine stands of Central Polissya of Ukraine. *Scientific Bulletin of UNFU*, 25(9), 40–46. [in Ukrainian] <https://doi.org/10.15421/40250907>
4. Zaika, V. K., & Rudenko, A. V. (2019). Morphological and functional features of scots pine in pine forest stands of the small Polissia. *Proceedings of the forestry academy of sciences of Ukraine*, 19, 11–21. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15421/411923>
5. Zibtsev, S., Soshenskyi, O., Humeniuk, V., & Koren, V. (2019). Long term dynamic of forest fires in Ukraine. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 10(3), 27–40. [in Ukrainian] <http://dx.doi.org/10.31548/forest2019.03.027>

6. Kobechinskaja, V.G., & Oturina I.P. (1997). Jekologicheskie posledstvija vozdejstvija pozharov na rastitel'nyj pokrov gornogo Kryma [Ecological consequences of the fire impact on the vegetation cover of the Crimean mountains]. *Voprosy bioindikacii i jekologii*. 2. 28–31. [in Russian]
7. Kratiuk, O.L. (2019). Seasonal changes in dielectric parameters of Scots pine in semi-free hunting animals keeping. *Ecological sciences*, 27(4). 192–196. [in Ukrainian] <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-4-27-29>
8. Kratiuk, O. L. (2019). Some peculiarities of the influence of semi-free maintenance of game animals on the dielectric parameters of scotch pine. *Scientific Bulletin of UNFU*, 29(8), 43–45. [in Ukrainian] <https://doi.org/10.36930/40290805>
9. Kratiuk, O. L. (2019). Seasonal changes in dielectric parameters of scots pine in semi-free Wild boars keeping on the territory of Hunting-sports club «Sokil». *Ecological sciences*, 28(1). 257–262. [in Ukrainian] <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.1-28.40>
10. Kratiuk, O. L. (2020). Dielectric indicators of silver pine in the conditions of semi-free maintenance of ungulates (Cervidae, Bovidae) in the territory of Western and Central Polissya. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(1), 55–59. [in Ukrainian] <https://doi.org/10.36930/40300109>
11. Kratiuk, O.L., Bovsunovskyi, M.P., Babych, M.M., & Kordysh, V.O. (2020). Vykorystannia elektrofiziolohichnykh pokaznykiv dlia vyznachennia zhyttievoho stanu derev sosny zvychainoi [The use of electrophysiological indicators to determine the vital state of Scots pine trees]. *Naukovi chytannia – 2020*. Zhytomyr: Zhytomyrskyi natsionalnyi ahroekolohichniy universytet, 41–42. [In Ukrainian].
12. Krynytskyi, H. T. (1992). Pro metodyku vykorystannia elektrofiziolohichnykh pokaznykiv dlia vyznachennia zhyttiezdatnosti derevnykh roslyn. [About the method of using electrophysiological indicators for determining the viability of woody plants]. *Lisove hospodarstvo, lisova, paperova i derevoobrobna promyslovisť*, 23, 3–10. [In Ukrainian].
13. Krynytskyi, H., Skolsky, I., Krynytska, O., Lutsiv, N. & Yakhnitsky, V. (2021). Biotic stability of Scots pine growing in stands on fairly fertile soil types of the Lviv Roztochya. *Proceedings of the forestry academy of sciences of Ukraine*, 23, 50–57. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15421/412126>
14. Kerimov, E. I., & Zaika, V. K. (2018). Dielectric properties of tree species in stands containing european larch. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(8). 23–27. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15421/40280804>
15. Kuzyk, A.D. (2012). Vplyv nyzovoi pozhezhi na nasadzhennia sosny zvychainoi [Effects of ground fires on pine plantations]. *Naukovyi visnyk NLTU*. 22(7). 19–26. [in Ukrainian].
16. Sydorenko, S.H., Voron, V.P., Melnyk, Ye.Ie., & Sydorenko A.H. (2015). Osoblyvosti formuvannia styhlykh derevostaniv pislia nyzovykh pozhezh [Peculiarities of the mature pine stands formation after surface fires]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia*. 2015. 127. 169–176. [in Ukrainian]
17. Feshchenko V., Orlov O., Landin V., & Solomko V. (2020). Transformation of cenomorphs of grass-dwarf-shrub layer of forest phytocenoses of Zhytomyr Polissya after surface fires. *Balanced nature management*. 4. 169–177. [in Ukrainian]. DOI: [10.33730/2310-4678.4.2020.228365](https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2020.228365)

THE CHANGE OF DIELECTRIC PARAMETERS OF THE SCOTS PINE IN THE POST-PYROGENIC PERIOD

*The main principles of balanced forest management require a deep understanding of the effects of forest fires on biogeocenoses. The use of electrophysiological indicators is a promising method of indicating the condition of forest stands in the post-pyrogenic period. The change in the polarization capacity and impedance of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) trees in the center of a forest fire on the territory of the Povch Forestry of the State Enterprise «Luhyny Forestry» was studied. Dielectric parameters of the trunk of *Pinus sylvestris* were measured with an analog device F 4320 according to the method of G.T. Krynytskyi. Electrodes were inserted to a depth of 1.0 cm in the pricambial tissues of the trunk phloem in three places, namely: at a height of 0.1 m from the soil surface; at a height of 1.3 meters and at a height of 2.0 m. Measurements of polarization capacity and impedance were carried out on 20 model trees of *Pinus sylvestris* in the center of a forest fire and on 10 control trees. The polarization capacity was 8.07 ± 0.73 nF, varying within the following limits: at a height of 0.1 m it was 8.77 ± 1.19 nF, at a height of 1.3 m – 7.03 ± 0.74 nF, at a height of 2.0 m – 8.41 ± 0.83 nF. It was established that at each of the heights (0.1 m, 1.3 m and 2.0 m) of the measurement, no significant difference in the polarization capacity indicators of the experimental and control *Pinus sylvestris* plantations was found (at a height of 0.1 m – $F = 1.03 < F_{0.95}(1; 29) = 4.20$; at a height of 1.3 m – $F = 3.61 < F_{0.95}(1; 29) = 4.20$; at a height of 2.0 m – $F = 0.08 < F_{0.95}(1; 29) = 4.20$; overall mean – $F = 1.48 < F_{0.95}(1; 29) = 4.20$). The impedance index was equal to 54.74 ± 9.92 k Ω (0.1 m – 67.30 ± 17.44 k Ω , 1.3 m – 62.83 ± 13.46 k Ω , 2.0 m – 34.10 ± 6.73 k Ω). For the impedance, high indicators of the coefficient of variation were noted: at a height of 0.1 m – 115.91%, 1.3 m – 95.85%, 2.0 m – 88.29%. Four types of changes in polarization capacity indicators are gave off: V-shaped, normal, increasing and decreasing. In general, the normal type of change in polarization capacity is characteristic of 35.0% of the model trees, increasing – for 30.0%, V-shaped – for 20.0%, and decreasing – for 15.0%. According to each of these types, it is possible to establish the localization of the greatest effect of temperature on the trunk of the tree, which is reflected in the reduced conductivity indicators of the pricambial tissues of the phloem. The variety of types of changes in polarization capacity indicators indicates the spatio-temporal heterogeneity of the burning process in the conditions of a pine stand, as indicated by the different heights of the greatest temperature effect of fire on *Pinus sylvestris* trees. Such a regularity may contribute to the creation of a 3D model of the spread of forest grass fires in the future.*

Key words: forest fires; polarization capacity; impedance; *Pinus sylvestris*.

МІКРОКЛОНАЛЬНЕ РОЗМНОЖЕННЯ РОСЛИН *STYPHNOLOBIUM JAPONICUM* (L.) SCHOTT (*SOPHORA JAPONICA* L.)

У статті обговорено результати наукових досліджень й аналіз експериментальних даних щодо особливостей розмноження *Styphnolobium japonicum* L. в культурі *in vitro*. Наведено результати досліджень з підбору реагентів, їх концентрації та експозиції з метою отримання стерильних експлантів, для подальшого їх культивування. Розглянуто основні етапи мікроклонального розмноження. Показано, що використання модифікованих живильних середовищ приготовлених на базі мікроелементів (у повній і половинній концентрації) живильного середовища за прописом Мурасіге-Скуга надає можливість швидкого отримання запланованої кількості рослин-регенератів. Виконано підбір оптимального середовища для розмноження рослинного матеріалу та підвищення частоти регенерування – частки експлантів, які утворили адвентивні мікропагони та кількості нових мікропагонів на експлант. Найбільш ефективною виявилася обробка, за такою схемою: етанол (3хв.) → HgCl₂ (15хв.), де кількість простерилізованих насінин – 78% і вихід пророслих насінин – 71% від загальної кількості. На середовищі МС-1 розвиток експлантів не відбувається. На середовищах МС-2, МС-3, МС-4, МС-6 здібність експлантів до пробудження бічних бруньок нижча, ніж там де концентрація БАП - 1,5 мг/л. Найбільший коефіцієнт розмноження спостерігали при поєднанні БАП 1,5 мг/л + ІОК 0,5 мг/л. Тривалість пасажу в середньому складала 3-6 тижнів і залежала від темпу розмноження, характеру розвитку експлантата і можливостей експериментатора. В процесі культивування після двох - трьох пасажів спостерігається наростання коефіцієнта розмноження. В шостому пасажі коефіцієнт розмноження досягає своєї максимальної величини. В подальшому (після шести пасажів) спостерігається зменшення здібності експлантів до проліферації. Серед елементів технології мікроклонального розмноження *Styphnolobium japonicum* L. найбільш важливим є дорожчування вкорінених пробіркових рослин та їхня адаптація до нестерильних умов *ex vitro*.

Ключові слова: стерилізатор; експланти; експозиція; регулятор росту; живильне середовище; мікропагони.

Вступ. Здатність рослин до відтворення і розмноження є закономірністю еволюційного розвитку рослинного світу та одним з головних його результатів. Негативна діяльність людства й, як наслідок, всезростаюче забруднення навколишнього середовища робить проблему збереження біорізноманіття актуальною та вкрай необхідною для дослідження [5, 7].

¹Курка Світлана Сергіївна, канд. біол. наук, доцент кафедри лісового господарства.

E-mail: svetlana9075@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-7722-2483>.

Шлапак Володимир Петрович, д-р с.- г. наук, професор, завідувач кафедри лісового господарства.

E-mail: shlapakwp@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-8710-5662>.

В останні роки значну увагу приділяють розвитку біотехнології, в основі якої лежить метод клонального мікророзмноження. Цей метод базується на тотипотентності рослинних клітин, їхній де- і диференціації й має значні переваги перед іншими технологіями [1, 6]. Завдяки цьому методу досягається високий коефіцієнт розмноження, внаслідок чого можна отримати велику кількість генетично стабільного та оздоровленого посадкового матеріалу.

Об'єктом дослідження був вид роду *Styphnolobium japonicum* L.

Предмет дослідження – процес підбору режиму стерилізації експлантів *Styphnolobium japonicum* L., оптимального складу середовища та умов культивування для отримання рослин *in vitro*.

Серед значної кількості аборигенних і інтродукованих деревних порід становить вид *Styphnolobium japonicum* L. Тому метою нашої роботи було дослідити можливість мікроклонального розмноження *Styphnolobium japonicum* L.; підібрати оптимальні варіанти стерилізації рослинного матеріалу та живильних середовищ; збільшити коефіцієнт розмноження рослин та отримати морфологічно вирівняний матеріал для потреб зеленого будівництва.

Для досягнення зазначеної мети потрібно виконати такі завдання дослідження:

- встановити, що краще використовувати у ролі стерилізатора для бруньок та для насіння *Styphnolobium japonicum* L.;
- дослідити найпридатніші живильні середовища для розмноження *Styphnolobium japonicum* L. в умовах *in vitro* і встановити коефіцієнт їх розмноження.

Наукова новизна результатів дослідження полягає в тому, що вперше підібрано оптимальну концентрацію реагенту та тривалість стерилізації експлантів. А також підібрано середовище з оптимальною концентрацією фітогормонів, для подальшого культивування.

Практична значущість отриманих результатів полягає в тому, що у разі введення *Styphnolobium japonicum* L. у культуру *in vitro* як первинні експланти можна використовувати достигле насіння в стані спокою, а бруньки краще не використовувати, оскільки їх заражуваність інфекцією є вищою, а частка життєздатності – нижча.

Упродовж останніх десятиліть розроблено ефективні методи розмноження багатьох видів і форм рослин *in vitro*. Оскільки вид *Styphnolobium japonicum* L. має низьку коренеутворюючу здатність, а інформація щодо розмноження даного виду в культурі *in vitro* відсутня, то розробка методу мікроклонального розмноження цього виду є актуальною.

Матеріали і методи досліджень. У роботі використано методи культури рослинних тканин та індукції морфогенних процесів *in vitro*. Посуд, матеріали,

інструменти та живильні середовища готували за загальноприйнятими методиками. Перед стерилізацією насіння ретельно промивали теплою водою з милом, через 15 хв. – проточною та ополіскували дистильованою водою. Попередню обробку проводили концентрованою кислотою та окропом з різним терміном дії [10]. Стерилізацію починали із занурення рослинного матеріалу в 70%-й етанол на 3 хвилини. Для стерилізації використовували HgCl_2 з різним терміном дії.

Культивування меристемних ділянок здійснювали на модифікованому середовищі Мурасіге і Скуга (МС) із внесенням до його складу окремих видів фітогормонів різних концентрацій [9]. Вивчаючи вплив фітогормонів на утворення пагонів, використовували БАП (0,5-1,5 мг/л), ІОК (0,5 мг/л), НОК (0,5 мг/л). Пророщування насіння і культивування мікропагонів відбувалося у спеціалізованому приміщенні на скляних стелажах при температурі $25 \pm 1^\circ\text{C}$, відносній вологості 70%, фотоперіоді 16 годин і штучному освітленні інтенсивністю 3-5 тис. люкс. У кожному варіанті було посіяно 25шт. насінин. Повторність досліду – 4-кратна.

Процес клонального мікророзмноження умовно розділяли на чотири етапи: 1) стерилізація рослинного матеріалу та введення у культуру; 2) власне мікророзмноження, коли утворюється максимальна кількість мікропагонів; 3) укорінення розмножених пагонів; 4) перенесення рослин-регенерантів у нестерильні умови адаптації.

Аналіз літературних джерел. Заслуговують на увагу роботи присвячені клонуванню різних видів деревних культур. Так, наприклад, для мікророзмноження селекційних сортів каштана апікальні меристеми пагонів ювенільних і дорослих рослин культивували на поживному середовищі Мурасіге–Скуга з БА. Отримані пагони укорінювали на тому ж середовищі з додаванням ІМК (3мг/л), однак збільшення її концентрації до 5 мг/л спричиняло проліферацію калусу [2, 16].

Не менш цікаві дані були отримані при мікророзмноженні берези. Так Л. К. Сімола [14] отримала з тканин листків дорослих рослин спочатку калус, а потім і пагони, які укорінювали в субстраті в умовах теплиць.

Інші дослідники вивчали вплив трьох генотипів, вмісту поживних речовин у середовищі та умов культивування на ріст і забарвлення калусів берези. Виявлено, що ці показники значною мірою залежать від генотипу і дуже мало – від складу середовища. Автори припускають, що різниця у рості калусу пов'язана з ядерним геномом берези, а різниця у забарвленні зумовлена спільною дією ядра та цитоплазми [11, 12].

Калусні культури акації білої було отримано з гіпокотилів, листків і стебла проростків. Пагони утворювались на середовищі М – S з НУК і БА, а корені – на середовищі з ІМК [13].

Узагальнюючи літературні дані, слід зазначити, що основні принципи методу мікророзмноження деревних рослин розроблені. Встановлено, що калусні і суспензійні культури використовують переважно для листяних порід. При цьому необхідним є цитологічний контроль рослин, що утворились.

Нині ми маємо кілька різних методів мікроклонального розмноження деревних культур. Вони відрізняються лише за станом вихідних клітин та тканин, які використовують для отримання рослин. В одному випадку вихідні тканини перебувають у стані активного клітинного росту, меристемні тканини регенерують калус, проходять первинну диференціацію, інтенсивний органо- і гістогенез, формуються ембріоїди, бруньки, пагони і утворюють рослини [3, 4].

У другому – спершу розпочинається процес диференціації і лише потім поетапно відбуваються процеси, які згадувались вище.

Аналіз літературних даних виявив також відсутність будь-яких відомостей щодо мікроклонального розмноження *Styphnolobium japonicum* L. Тому розробка біотехнології цієї культури є дуже актуальною.

Результати дослідження та їх обговорення. Одним з важливих факторів при введенні у культуру є стерилізація рослинного матеріалу, оскільки всі органи рослин пронизані спорами грибів і бактерій. У деяких рослин мікроорганізми проникають глибоко у тканини і такі рослини важко піддаються стерилізації. Виходячи із вище зазначеного, режим стерилізації підбирали експериментально з дотриманням загальних правил [8, 15] (табл.1).

Таблиця 1

**Ефективність введення в культуру in vitro насіння
Styphnolobium japonicum L.**

Термін стерилізації	Кількість			
	стерильних насінин		насінин, що проросли	
	шт.	%	шт.	%
етанол – 3 хв., HgCl ₂ – 5 хв.	3,1	12	2,6	10
етанол – 3 хв., HgCl ₂ - 10 хв.	9,3	37	8,7	35
етанол – 3 хв., HgCl ₂ – 15 хв.	19,6	78	17,8	71
етанол – 3 хв., HgCl ₂ - 20 хв.	20,8	83	6,6	26
етанол – 3 хв., HgCl ₂ - 25 хв.	24,1	96	3,6	14

При обробці насіння HgCl₂ впродовж 5-10 хв. кількість стерильних насінин становить 12 – 25 %, а при збільшенні дії цього чинника до 20-25хв аналогічний показник складає 83 – 96 %, проте схожість насіння різко знижується. На нашу

думку це пов'язано с тим, що після обробки насіння сірчаної кислотою оболонка була ушкоджена і стерилізатор знищив зародок.

Найбільш ефективною виявилася обробка за такою схемою: етанол (3хв.) → HgCl₂ (15хв.), де кількість простерилізованих насінин - 78% і вихід пророслих насінин - 71% від загальної кількості.

Пророщування насіння (рис. 1.) проводили на модифікованому живильному середовищі Мурасіге – Скуга (МС) [9].

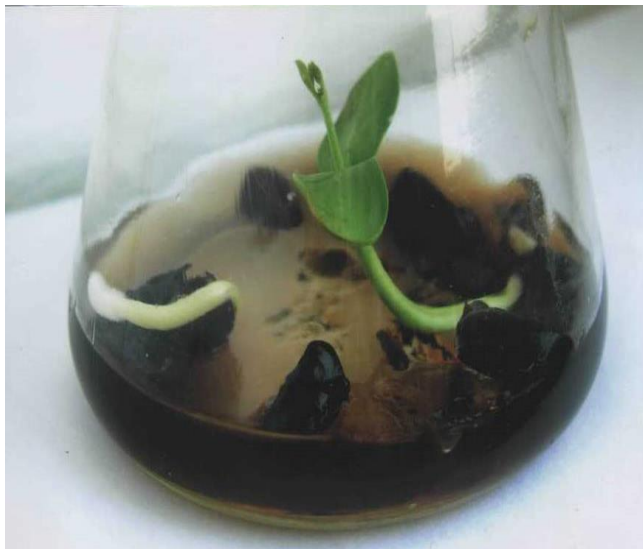


Рис. 1. Пророщування насіння *Styphnolobium japonicum* L. на модифікованому живильному середовищі Мурасіге–Скуга

Через 25-30 днів після посіву у пророщеного насіння відділяли апікальну меристему від кореня і переносили на свіже середовище. Культивування експлантів відбувалось на вище вказаному середовищі з різним вмістом регуляторів росту (табл. 2).

На середовищі МС-1 розвиток експлантів не відбувається. На середовищах МС-2, МС-3, МС-4, МС-6 здібність експлантів до пробудження бічних бруньок нижча, ніж там, де концентрація БАП - 1,5 мг/л. Найбільший коефіцієнт розмноження спостерігали при поєднанні БАП 1,5 мг/л + ІОК 0,5 мг/л. В процесі клонального мікророзмноження конгломерати бруньок та пагонів, що сформувалися, вимагали періодичного розділення їх на окремі одиниці (рис. 2.).

Пагони-регенеранти, що досягали довжини 1-1,5см відокремлювали від материнської рослини і пересаджували на живильне середовище з різним вмістом ауксинів для індукції ризогенезу.

Під час експерименту встановлено, що рослини, які досягли довжини 3–5 см та мали 3–4 справжніх листки, перед укоріненням необхідно пересаджувати на живильне середовище з ІМК (1 мг/л) та сахарозою (20 мг/л) і вирощували на ньому 15 діб з подальшим переселенням пагонів на середовище без гормонів.

Вплив середовищ з різним вмістом регуляторів росту на коефіцієнт розмноження *Styphnolobium japonicum* L.

Середовище	Цитокиніни, мг/л	Ауксини, мг/л		Коефіцієнт розмноження (після третього пасажу)
	БАП	ІОК	НОК	
МС -1	0,5	--	--	---
МС-2	0,5	0,5	--	2,6
МС-3	0,5	--	0,5	1,1
МС-4	1,0	--	--	1,8
МС -5	1,0	0,5	--	3,7
МС-6	1,0	--	0,5	2,2
МС-7	1,5	--	--	3,4
МС-8	1,5	0,5	--	6,4
МС-9	1,5	--	0,5	4,1

Через 40-45 діб у результаті диференціювання клітин і тканин, спостерігали масовий прояв одного з типів морфогенезу – ризогенезу. Упродовж 60 – 68 діб було одержано понад 90 % регенерантів, що мали корені.

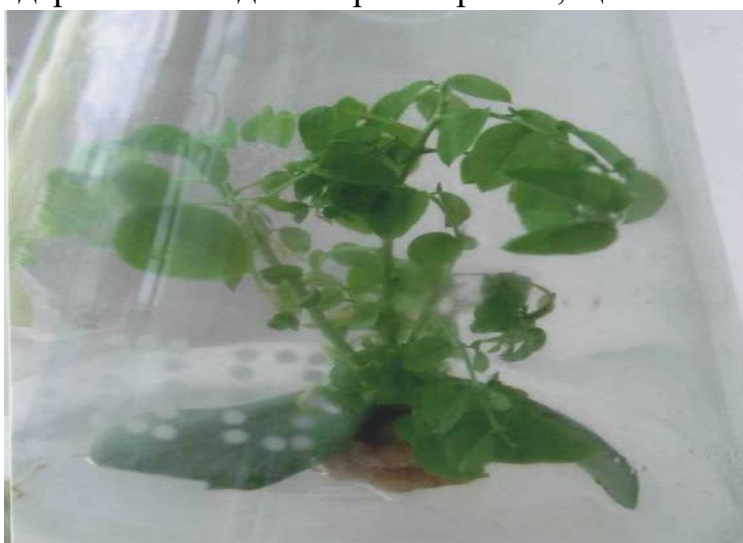


Рис. 2. Сіянець *Styphnolobium japonicum* L. на модифікованому живильному середовищі Мурасіге – Скуга

Тривалість пасажу в середньому складала 3-6 тижнів і залежала від темпу розмноження, характеру розвитку експлантата і можливостей експериментатора. В процесі культивування після двох - трьох пасажів спостерігається наростання коефіцієнта розмноження. В шостому пасажі коефіцієнт розмноження досягає своєї максимальної величини. В подальшому (після шести пасажів) спостерігається зменшення здібності експлантатів до проліферації.

Найскладнішим етапом у процесі мікророзмноження є адаптація рослин до природніх умов зростання. На цьому етапі загибель висаджених рослин іноді досягає 80–100%. Це пов'язано, на нашу думку, з аномальним розвитком кореневої системи під впливом ауксину, порушенням водного обміну у рослин-регенерантів, зумовленим підвищеною транспірацією та зниженою здатністю до фотосинтезу пересаджених з пробірок укорінених рослин.

Значне підвищення рівня виживання рослин при введенні додаткової стадії пов'язано, на нашу думку, з тим, що спочатку відбувається перебудова характеру живлення рослин-регенерантів у бік збільшення їхньої автотрофності (в субстраті відсутні екзогенні вуглеводи, вітаміни), а потім рослини пристосовуються до природніх умов існування. Введення двоступеневої адаптації забезпечило виживання і ріст 70–80 % рослин у нестерильних умовах.

Висновки. Для руйнування твердої оболонки та для підвищення схожості насіння *Styphnolobium japonicum* L. необхідно проводити попередню обробку концентрованою сірчаною кислотою впродовж 15 хв.

При введенні в культуру насіння *Styphnolobium japonicum* L. найбільш ефективно виявилось оброблення, за такою схемою: етанол (3 хв.)→HgCl₂ (15 хв.).

Найбільший коефіцієнт розмноження спостерігали при поєднанні БАП 1,5мг/л+ІОК 0,5мг/л.

References

1. Adamenko, S. A. (2013). Podbor pitatelnoi sredy dlia rozmnozheniia Pinus nigra Arn. v usloviiakh in vitro. Estestvenno-gumanitarnye issledovaniia: mezhdunarodnyi zhurnal, 2, 17–21.
2. Biotekhnologiiia. (1989). Biotekhnologiiia rastenii: kultura kletok. (V. I. Negruka Trans. from English, R. G. Butenko with a Foreword). Moscow: Agropromizdat, 280 [In Russian].
3. Boxus Ph., Druart P. (1986) Biotechnology in agriculture and forestry. — Berlin: Springer Verlag, — 60 [in England].
4. Diego, N. De, Montalbán, I. A., & Moncaleán, P. (2010). In vitro regeneration of adult Pinus sylvestris L. Trees South African Journal of Botany, 76, 158–162. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2009.09.007>
5. Kurka, S. S. (2018). Sposoby usunennia tverdonasinnosti u vydiv Sofora japonica L. Perspektyvy rozvytku lisovoho ta sadovo-parkovoho hospodarstva, 3, 231 – 233.
6. Kurka S.S. (2019) Osoblyvosti vyroschuvannja Sophora japonica L. u sadovo-parkovyh gospodarstvah // Naukovyj visnyk NLTU Ukrainy 29 (7), 45-49. DOI: <https://doi.org/10.15421/40290710>
7. Kurka S.S., Shlapak V.P., Adamenko S.A., & Ischuk G.P. (2020) Harakterystyka plodiv i nasinnja roslyn Styphnolobium japonicum (L.) Schott (Sophora japonica L.) ta sposoby usunennja jih tverdonasinnosti v umovah Pravoberezhnogo Lisostepu i Stepu Ukrainy. Naukovyj visnyk NLTU Ukrainy: zbirnyk naukovo-tehnichnyh prac'. – L'viv: RVV NLTU 30 (4), 9-13. DOI: <https://doi.org/10.36930/40300401>
8. Kalynyn F.L., Sarnackaja V.V., Polyschuk V.E. (1980) Metody kul'tury tkanej v fyzyologyy u byohymyuy rastenyj. — Kyiv: Naukova Dumka [In Ukrainian].

9. Kushnir G. P. (1982) Regeneracija begoniji v kul'turi in vitro // Introdukcija ta aklimatyzacija roslyn v Ukraini. – – Vyp. 20, 28–30 [In Ukrainian].
10. Kushnir G. P. (2001) Stan i perspektyvy klonal'nogo mikrorozmnozhenja roslyn v Ukraini. Genetyka i selekcija v Ukraini na mezhi tysjacholit', – T.1., 484–500 [In Ukrainian].
11. Lapin, P. I., Kalutckii, K. K., & Kalutckaia, P. I (1979). Introdukciia lesnykh porod. Moscow: Lesn. prom-st, 224 [In Russian].
12. Lypa, A. L. (1978). Introdukciia i akklimatizacii drevesnykh rastenii na Ukraine. Kiev: Vyshha shkola, 112 [In Russian].
13. Meyer H.I., Van Staven I. (1987) Acacia melanoxyton in vitro. Regeneration of Acacia melanoxyton plantlets in vitro // S. Afr. J. Bot. 53, No 3., 206-209 [in English].
14. Symola L.K. (1986) Kaljusnye kul'tury y razmnozhenye berezy in vitro // Kul'tura kletok rastenyj y botehnologija. – M., 102–106 [In Russian].
15. Vietez Ana M., Ballester A., Vietez M. (1983) In vitro plantlet generation of mature chesnut // J. Hortic Sci. 58, No 4. 457–463 [in English].
16. Yakovlev, G. P., Sytin, A.K., & Roskov Y.R. (Ed.), (1996). Legumes of Northern Eurasia. Kew: Royal Botanic Gardens, 724 p [in English].

S. S. Kurka¹, V. P. Shlapak¹

Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine

MICROCLONAL REPRODUCTION OF STYPHNOLOBIUM JAPONICUM(L.) SCHOTT (*SOPHORA JAPONICA* L.) PLANTS

The article discusses the results of scientific research and the analysis of experimental data regarding the characteristics of reproduction of Styphnolobium japonicum L. in in vitro culture. The results of research on the selection of reagents, their concentration and exposure in order to obtain sterile explants for their further cultivation are presented. The main stages of microclonal reproduction are considered. It is shown that the use of modified nutrient media prepared on the basis of microelements (in full and half concentration) of the nutrient medium according to the Murashige and Skoog's recipe provides the possibility of quickly obtaining the planned number of regenerated plants. The selection of the optimal environment for the propagation of plant material and increasing the frequency of regeneration was carried out - the proportion of explants that formed adventitious microshoots and the number of new microshoots per explant. The most effective treatment was the following scheme: ethanol (3 min.) → HgCl₂ (15 min.), where the number of sterilized seeds was 78% and the yield of germinated seeds was 71% of the total number. Explants do not develop on MC-1 medium. On media MC-2, MC-3, MC-4, MC-6, the ability of explants to awaken lateral buds is lower than where the BAP concentration is 1.5 mg/l. The highest multiplication factor was observed with the combination of BAP 1.5 mg/l + IOK 0.5 mg/l. The duration of the passage was 3-6 weeks on average and depended on the rate of reproduction, the nature of the explant development and the capabilities of the experimenter. In the process of cultivation, after two to three passages, an increase in the reproduction coefficient is observed. In the sixth passage, the multiplication factor reaches its maximum value. In the future (after six passages), there is a decrease in the ability of explants to proliferate. Among the elements of the technology of microclonal reproduction of Styphnolobium japonicum L., the most important is the growing of rooted tube plants and their adaptation to non-sterile ex vitro conditions.

Key words: *sterilizer; explants; exposition; growth regulator; nutrient medium; micro shoots.*

**В. П. Ландін¹, І. Д. Іванюк², О. О. Орлов³, В. Л. Соломко⁴,
В. П. Фещенко⁴, В. А. Захарчук⁴**

¹ Інститут проблем безпеки атомних електростанцій НАН України, м. Київ, Україна

² Малинський фаховий коледж, с. Гамарня Житомирської обл., Україна

³ ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», м. Київ, пр., Україна,

⁴ ДП «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство», с. Дубовий Гай, Житомирської обл.,
Україна

ВПЛИВ ЛІСОВИХ НИЗОВИХ ПОЖЕЖ НА ВИДОВИЙ СКЛАД РОСЛИННИХ УГРУПУВАНЬ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

Дослідження впливу низових пожеж на рослинний покрив лісових фітоценозів проведено у 2020 р. в екосистемах соснових лісів Житомирського Полісся у найбільш поширених у регіоні типах лісорослинних умов: свіжі бори (A_2), вологі бори (A_3), свіжі субори (B_2), вологі субори (B_3) та свіжі сугруди (C_2). Встановлено, що у свіжих борах (A_2) найбільш типовими фітоценозами є соснові ліси зеленомохові (*Pinetum hylacomiosum*). Їх деревостан одноярусний, складається з сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), з незначною домішкою берези повислої (*Betula pendula* Roth.) підлісок відсутній. Трав'яно-чагарничковий ярус досить розріджений, з проективним покриттям 3%, складається з 8, переважно, бореальних видів травянистих рослин. З'ясовано, що в цих лісорослинних умовах едифікаторним в живому надґрунтовому покриві є моховий ярус з проективним покриттям 95–100%, в якому домінує (60–70%) плеврозій Шребера (*Pleurozium schreberi* Mitt.), співдомінує (30%) – дикран багатоніжковий (*Dicranum polysetum* Sw.). Виявлено, що через 9 років після пожежі проективне покриття трав'яно-чагарничкового ярусу децю збільшилося – від 3% до 5%, а флористичний склад збільшився з 8 до 20 видів. Зі складу ярусу зникли типові лісові види, натомість з'явилися світлолюбні узлісні види. Порівняно з контролем, флористичний склад трав'яно-чагарничкового ярусу дослідних ділянок у свіжих борах (A_2) за індексом Сьоренсена–Чекановського мав низьку видову подібність – 0,14. Встановлено кардинальні зміни у моховому ярусі, він майже не відновився, а його проективне покриття не перевищувало 1%, а до складу входив лише дикран багатоніжковий. Доведено, що у досліджених свіжих суборах Житомирського Полісся (B_2) деревостан мав склад 9С3ІДз+Бп. Наслідком постпірогенної демутації рослинності, яка відбувалася впродовж 19 років (після пожежі 2000 р.) стало формування соснового лісу рідкотравного. Склад та повнота деревостану не змінились.

¹ Ландін Володимир Петрович, д-р с.-г. наук, с. н. с. E-mail: vlad_land@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0003-1319-9189>;

² Іванюк Ігор Дмитрович, д-р с.-г. наук, доцент, директор коледжу. E-mail: mltk-1927@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-4969-8783>;

³ Орлов Олександр Олександрович, канд. біол. наук, с. н. с. E-mail: orlov.botany@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2923-5324>;

⁴ Соломко Василь Леонідович, ДП "Овруцьке спеціалізоване лісове господарство", помічник лісничого. E-mail: swls@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0003-4535-8551>;

⁴ Фещенко Валерій Петрович, канд. с.-г. наук. E-mail: mr_vp@i.ua;

⁴ Захарчук Володимир Андрійович, канд. с.-г. наук, ДП "Овруцьке спеціалізоване лісове господарство", заст. директора з охорони і захисту лісу. E-mail: vovazaharcuk@ukr.net; <http://orcid.org/0000-0001-9379-1136>.

Підлісок не відновився. Трав'яно-чагарничковий ярус значно зменшив проективне покриття – з 58% до 23%, натомість, його видовий склад збільшився з 12 до 22 видів. Показано, що зі збільшенням вологозабезпечення ґрунту у вологому суборі (В₃) після низової пожежі 2000 року на дослідній ділянці протягом 19 років відбувалася відновлювальна постпірогенна сукцесія, в результаті якої сформувався сосновий ліс бруснично-чорничний (*Pinetum vaccinoso vitis-idaeae-myrtillosum*). Порівняння контрольної та дослідної ділянок не виявило відмінностей у складі та повноті деревостану. Трав'яно-чагарничковий ярус під час сильної низової пожежі вигорів повністю і навіть через 19 років не відновився у повній мірі. Зокрема, його проективне покриття у порівнянні з контрольною ділянкою зменшилося з 82 % до 51 %, а видовий склад зменшився з 10-и видів до 7-и. Але індекс видової подібності Сьоренсена-Чекановського для трав'яно-чагарничкового ярусу контрольної та дослідної ділянки дорівнював 0,59, що свідчить про високу видову подібність флористичного складу обох ділянок. Продемонстровано, що у свіжих сугрудах (С₂) Житомирського Полісся формуються соснові ліси орляково-конвалієво-різотравні (*Pinetum pteridoso-convallarioso-variaherbosum*). Після низової пожежі 2000 року внаслідок відновлювальної сукцесії рослинності за 19 років фітоценоз соснового лісу орляково-конвалієво-різотравного (*Pinetum pteridoso-convallarioso-variaherbosum*) відновився. Зміни у складі та повноті деревостану практично непомітні. Видовий склад підліску також відновився, проте його зімкнутість знизилася з 0,3 до 0,1. У трав'яно-чагарничковому ярусі видова насиченість збільшилася з 19 до 30 видів. Порівняння видового складу травно-чагарничкового ярусу контрольної та даної дослідної ділянок демонструє високу видову подібність, значення індексу видової подібності Сьоренсена-Чекановського дорівнювало 0,61. Дослідженнями впливу низових пожеж на рослинний покрив лісових фітоценозів Житомирського Полісся встановлено, що пожежі мають суттєвий вплив на всі компоненти лісової екосистеми, але найбільших змін зазнає рослинний покрив, оскільки знищується або відмирає частина рослинності. Найменший вплив низові пожежі мають на деревостан. Найбільша трансформація відбувається в нижніх ярусах лісової рослинності – трав'яно-чагарничковому та моховому, які часто вигорають повністю, але мають здатність відновлюються з різною швидкістю залежно від типу лісорослинних умов та часу, що минув після пожежі. Серед нижніх ярусів найгірше відновлюється моховий ярус, едифікаторний у ТЛУ А₂ та В₂, який майже зникає і не може відновитися навіть через 20 років. Видова подібність трав'яно-чагарничкового ярусу контрольних лісових екосистем Житомирського Полісся, та ділянок, пройдених низовими пожежами, була різною – від дуже низької до високої, залежно від типу лісорослинних умов. Індекс Сьоренсена-Чекановського знаходився у межах 0,14-0,61. За повнотою відновлення флористичного складу нижніх ярусів лісових фітоценозів після низових пожеж типи лісорослинних умов утворюють такий ряд: С₂ > В₃ > В₂ > А₃ > А₂, – тобто постпірогенне відновлення видового складу нижніх ярусів лісових фітоценозів відбувається інтенсивніше у більш багатих та вологих лісорослинних умовах.

Ключові слова: фітоценоз, тип лісорослинних умов, постпірогенна сукцесія рослинності, трав'яно-чагарничковий ярус, індекс видової подібності Сьоренсена-Чекановського.

Вступ. Глобальне потепління та збільшення посушливості клімату збільшують ризики зростання частоти й масштабів лісових пожеж. За період з 2010 по 2020 рр. в Україні зафіксовано понад 19 тисяч лісових пожеж, якими

знищено та пошкоджено 87 тис. га лісів. За даними Житомирського ОУЛМГ, а лише у 2020 році площа лісів, пройдена пожежами в області, складає 43,2 тис. га, в т.ч. у ПЗ «Древлянський»- 3,0 тис. га; у Зоні відчуження ЧАЕС – до 50 тис. га. У зв'язку з цим лісові пожежі вважаються найбільш небезпечним чинником порушення екологічної рівноваги лісових екосистем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематиці впливу пожеж на лісові екосистеми присвячено значну кількість наукових праць. Більшість з них стосуються переважно статистики їх виникнення і масштабів в Україні та світі, величини економічних, екологічних і соціальних збитків [1,2], причин і тенденцій виникнення лісових пожеж [3] та особливостей впливу вогню на різні компоненти лісових біогеоценозів [4,5].

Лісові пожежі є катастрофічним фактором порушення рівноваги між усіма компонентами лісових екосистем. Унаслідок пожеж лісові екосистеми зазнають негативного впливу різної інтенсивності. Руйнівний вплив вогню залежить від типу і сили пожежі, а саме від ступеня загибелі фітоценозу або пошкодження певних ярусів фітоценозу

Постпірогенні сукцесії рослинності, санітарний стан, відпад дерев, природне відновлення деревної рослинності в насадженнях, пройдених пожежами, вивчено недостатньо [6, 7]. Недостатнє наукове опрацювання згаданих проблем обумовлює актуальність теми даного дослідження.

В останні роки у зв'язку зі зростанням кількості лісових пожеж в різних регіонах України проводились дослідження пірогенного впливу на деревостани, оцінювалися стійкість і відновлення лісових насаджень після пожеж [8].

Об'єкти та методика досліджень. Дослідження проводили в лісових екосистемах Житомирського Полісся, а саме в лісах ДП «Народицьке спеціалізоване лісове господарство», ДП «Малинське лісове господарство» та у природному заповіднику «Древлянський».

З метою оцінки зміни рослинності під впливом лісових пожеж було закладено тимчасові пробні площі. Вони закладалися в екосистемах соснових лісів віком 55-65 років, як непорушених лісовими пожежами (контроль), так і пройдених низовими пожежами, з урахуванням типів лісорослинних умов. Дослідженням були охоплені найбільш типові для Житомирського Полісся фітоценози в таких типах лісорослинних умов – свіжі бори (A_2), вологі бори (A_3), свіжі субори (B_2), вологі субори (B_3) та свіжі сугруди (C_2).

Типи лісорослинних умов визначали за П. С. Погребняком, В. П. Красновим [9,10]. Геоботанічні описи лісової рослинності виконували за загально прийнятою методикою Е. М. Лавренка та А. А. Юнатова [11, 12]. Флористичний склад фітоценозів вивчали за А. А. Корчагіним [13].

Для порівняння фіторізноманіття у фітоценозах та рослинних угрупованнях на контрольних ділянках, не пройдених лісовими пожежами та у процесі відновлювальних сукцесій після низових пожеж, використовували загальноприйняті у геоботаніці показники, зокрема, такий абсолютний, як видова насиченість фітоценозу або певного ярусу рослинності (загальну кількість видів в угрупованні або ярусі).

З метою кількісної оцінки видової подібності трав'яно-чагарничкового ярусу рослинних угруповань розраховували загальноприйнятий в екології відносний показник – індекс видової подібності Сьоренсена-Чекановського [14], за формулою:

$$I_{\text{вп}} = 2C/(A+B) \quad (1)$$

де, $I_{\text{вп}}$ – індекс видової подібності; A – кількість видів у пробі А; B – кількість видів у пробі В; C – кількість спільних видів у пробах А і В.

Результати досліджень та їх обговорення. Низові пожежі мають суттєвий вплив на всі компоненти лісової екосистеми. У залежності від інтенсивності пожежі значних змін зазнає ґрунтовий покрив, починаючи з вигорання лісової підстилки, закінчуючи вигоранням гумусових речовин та дрібного коріння дерев, чагарників, чагарничків і трав у гумусово-елювіальному горизонті. Але найбільших змін після пожежі зазнає рослинний покрив. Унаслідок сильної пожежі пошкоджується вогнем і відмирає частина деревостану, або він може всохнути повністю. При слабкій та середній інтенсивності низової пожежі зміни складу та повноти деревостану практично непомітні, підлісок розріджується у різному ступені. Найбільша трансформація відбувається у нижніх ярусах лісової рослинності – трав'яно-чагарничковому та моховому, які вигорають повністю і види котрих відновлюються з різною швидкістю, причому, залежно від едафічних умов ділянки. Саме тому динаміку рослинного покриву після низових пожеж нами вивчено залежно від типів лісорослинних умов.

У Житомирському Поліссі найбільш типовими фітоценозами у свіжих борах (A_2) є соснові ліси зеленомохові (*Pinetum hylocomiosum*) [15]. Їх деревостан, як правило, одноярусний, складається з сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), як незначна домішка зустрічається береза повисла (*Betula pendula* Roth.). Підлісок у даних ценозах дуже розріджений, складається з поодиноких екземплярів крушини ламкої (*Frangula alnus* Mill.) (до 0,1) та горобини звичайної (*Sorbus aucuparia* L.). Підріст деревних порід поодинокий, в ньому зустрічаються окремі 3-5(10)-річні екземпляри сосни звичайної та дуба звичайного (*Quercus robur* L.).

Трав'яно-чагарничковий ярус дуже розріджений, з проективним покриттям 3 %, складається з 8-и переважно бореальних видів, таких, як чорниця

(*Vaccinium myrtillus* L.), перестріч лучний (*Melampyrum pratense* L.), орляк звичайний (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn.), ожика волосиста (*Luzula pilosa* L.), щитник шартрський (*Dryopteris carthusiana* (Vill.) H. P. Fuchs), ортилія однобока (*Orthilia secunda* (L.) House), одинарник європейський (*Trientalis europaea* L.) тощо.

Серед нижніх ярусів лісового фітоценозу едифікаторним є моховий ярус, який складається виключно з зелених мохів з проективним покриттям 95-100 %. Домінує в ньому плеврозій Шребера (*Pleurozium schreberi* Mitten) з проективним покриттям 60-70 %, співдомінує – дикран багатоніжковий (*Dicranum polysetum* Sw.) – 30 %.

Через 9 років після низової пожежі 2010 року в описаному вище фітоценозі (табл. 1) відбулася відновлювальна сукцесія, найбільш помітна у нижніх ярусах лісової рослинності.

Таблиця 1.

Місцезнаходження та коротка характеристика типових пробних площ з вивчення впливу низових пожеж на лісову рослинність

ТЛУ	Стан екосистеми	Місцезнаходження	Ценоз	Проективне покриття трав'яно-чагарничкового ярусу, %	Кількість видів у трав'яно-чагарничковому ярусі, шт.	Індекс видової подібності Сьоренсена-Чекановського
А ₂	Контроль, без пожежі	ДП «Народицьке СЛГ», Заліське л-во, кв. 37, вид. 16	Сосновий ліс зеленомоховий	3	8	0,14
	Після пожежі 2010 р.	ДП «Народицьке СЛГ», Заліське л-во, кв. 37, вид. 16	Сосновий ліс рідкотравний	5	20	
А ₃	Контроль, без пожежі	ДП «Малинське ЛГ», Малинське л-во, кв. 90, вид. 10	Сосновий ліс чорнично-зеленомоховий	66	11	0,36
	Після пожежі 2000 р.	ДП «Малинське ЛГ», Малинське л-во, кв. 90, вид. 10	Сосновий ліс молінієвий	30	11	
В ₂	Контроль, без пожежі	Природний заповідник «Древлянський», кв. 56, вид. 1	Сосновий ліс зеленомоховий	12	12	0,26
	Після пожежі 2000 р.	Природний заповідник «Древлянський», кв. 81, вид. 8	Сосновий ліс рідкотравний	1	11	

ТЛУ	Стан екосистеми	Місцезнаходження	Ценоз	Проективне покриття трав'яно-чагарничкового ярусу, %	Кількість видів у трав'яно-чагарничковому ярусі, шт.	Індекс видової подібності Сьоренсена - Чекановського
В ₃	Контроль, без пожежі	Природний заповідник «Древлянський», Народицьке відділення, кв. 97, вид. 5	Сосновий ліс чорнично-зеленомоховий	82	10	0,59
	Після пожежі 2000 р.	Природний заповідник «Древлянський», Народицьке відділення, кв. 77, вид. 16	Сосновий ліс бруснично-чорничний	51	7	
С ₂	Контроль, без пожежі	Природний заповідник «Древлянський», Народицьке відділення, кв. 80, вид. 21	Сосновий ліс орляково-конвалієво-різнотравний	75	19	0,61
	Після пожежі 2000 р.	Природний заповідник «Древлянський», Народицьке відділення, кв. 80, вид. 33	Сосновий ліс орляково-конвалієво-різнотравний	75	30	

Зокрема, підлісок залишився розрідженим, але у його складі крім крушини ламкої та горобини звичайної зустрічалися також зіновать руська (*Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wol.) Klásk.) та бузина червона (*Sambucus racemosa* L.).

Проективне покриття трав'яно-чагарничкового ярусу дещо збільшилося – з 3 % до 5 %, а флористичний склад даного ярусу значно збільшився – з 8-и до 20 видів. При цьому зі складу ярусу зникли такі типові лісові види, як чорниця, орляк звичайний, ожика волосиста, щитник шартрський, одинарник європейський та ін., натомість, у складі даного ярусу з'явилися світлолюбні узлісні види, такі, як нечуйвітер лікарський (*Pilosella officinarum* Vaill.), нечуйвітер зонтичний (*Hieracium umbellatum* L.), золотушник звичайний (*Solidago virgaurea* L.) та ін. Характерною особливістю досліджуваного ярусу після пожежі стала значна участь у його флористичному складі лучних світлолюбних видів, таких, зокрема, як хамерій вузьколистий (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub), деревій звичайний (*Achillea millefolium* L.), щавель густоцвітий (*Rumex thyrsoiflorus* Fingerh.), пахуча трава звичайна (*Anthoxanthum odoratum* L.) та ін., а також укорінення низки рудеральних малорічників, зокрема таких, як злинка канадська (*Erigeron canadensis* L.), скереда покрівельна (*Crepis tectorum* L.), фіалка триколірна (*Viola tricolor* L.) тощо. Порівняння флористичного складу трав'яно-чагарничкового ярусу контрольної і дослідної

ділянок (табл.1.) засвідчило низьку видову подібність, величина індексу видової подібності Сьоренсена-Чекановського дорівнювала 0,14.

Кардинальні зміни відбулися у моховому ярусі. Раніше рівномірний та майже суцільний, він практично не відновився, його проективне покриття дорівнювало ледь дорівнювало 1 %, а до складу входив лише дикран багатоніжковий.

У вологих борах (А₃) Житомирського Полісся найбільш поширеним фітоценозом є сосновий ліс чорнично-зеленомоховий (*Pinetum myrtilloso-hylocomiosum*). У деревостані повнотою 0,75 домінувала сосна звичайна, зустрічалися поодинокі дерева берези повислої, осики (*Populus tremula* L.) та дуба звичайного (*Quercus robur* L.).

У підліску, загальною зімкнутістю до 0,1, домінувала крушина ламка, поодинокі зустрічалася горобина звичайна, малина звичайна (*Rubus idaeus* L.) та ожина ведмежа (*Rubus nessensis* Hall).

Трав'яно-чагарничковий ярус був густим, рівномірним, характеризувався сумарним проективним покриттям 65-70 % та флористичною насиченістю 11 видів. Він складався з трьох під'ярусів. I під'ярус, заввишки 70-100 см, створювали смовдь гірська (*Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench), молінія голуба (*Molinia caerulea* (L.) Moench) та буяхи (*Vaccinium uliginosum* L.). До складу II, основного під'ярусу, заввишки 20-30 см, входив домініант – чорниця з проективним покриттям 55 %, меншу участь приймали такі види, як щитник шартрський (1 %), брусниця (*Vaccinium vitis-idaea* L.) (5 %), верес звичайний (*Calluna vulgaris* (L.) Hull) тощо. III, розріджений під'ярус, заввишки 10-15 см, утворювали ожика волосиста та одинарник європейський.

Моховий ярус був рівномірним, густим, характеризувався проективним покриттям 99 %. В ньому у рівних частках співдомінували плеврозій Шребера (45 %) та дикран багатоніжковий (45 %), меншу участь приймали такі види, як гілокомій блискучий (*Hylocomium splendens* W.P. Schimp.) (8 %) та зозулин льон звичайний (*Polytrichum commune* L.) (1 %).

Унаслідок післяпожежної демутації рослинності протягом 19 років після низової пожежі 2000 року утворився сосновий ліс молінієвий (*Pinetum molinosum (caerulei)*). Деревостан в ньому практично не відрізнявся від контрольної ділянки. Підлісок відновився лише частково і втратив зімкнутість, був представлений поодинокими екземплярами крушини ламкої та малини звичайної, з його складу випали горобина звичайна та ожина ведмежа.

Трав'яно-чагарничковий ярус після пожежі відновився лише частково, його проективне покриття було вдвічі меншим у порівнянні з контрольною ділянкою – 30 %, він складався з 11 видів. Чорниця втратила домінуюче положення у даному ярусі, її проективне покриття зменшилося з 55 % до 8 %, натомість домінантом стала молінія голуба (10-15 %), що є дуже характерним

для післяпожежних площ. Ценотична будова даного ярусу не відновилася. В ньому найбільше значення, крім молінії голубої, мали такі види, як брусниця (1 %), верес звичайний (1 %), орляк звичайний, хамерій вузьколистий (5 %), жовтозілля лісове (*Senecio sylvaticus* L.) (3 %). Порівняння флористичного складу трав'яно-чагарничкового ярусу контрольної і дослідної ділянок засвідчило низьку видову подібність, адже величина індексу видової подібності Сьоренсена –Чекановського склала 0,36 (табл.).

Кардинальні зміни відбулися у моховому ярусі лісового фітоценозу. Він фактично не відновився, проективне покриття зменшилося з 99% до 1%. В ньому зустрічалися поодинокі куртинки дикрана багатоніжкового, укорінилися види мохів, характерні для більш посушливих і порушених умов – цератодон пурпуровий (*Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid.) та зозулин льон волосконосний (*Polytrichum piliferum* Hedw.), а також типовий вид-карбофіл – фунарія гігрометрична (*Funaria hygrometrica* Hedw.), типова для післяпожежних ділянок.

Типовою асоціацією у свіжих суборах (B₂) Житомирського Полісся є сосновий ліс зеленомоховий (*Pinetum hylocomiosum*). Загалом, згаданий ценоз є досить подібним до свіжих борів (A₂), проте деревостан характеризувався значно вищою продуктивністю. Решта ярусів рослинності були дуже подібними. Трав'яно-чагарничковий ярус був розрідженим, з проективним покриттям 10-12 %, видовою насиченістю 12 видів судинних рослин, характеризувався відсутністю під'ярусів. До нього входили такі види, як чорниця (7 %), конвалія звичайна (*Convallaria majalis* L.) (3 %), смовдь гірська (1 %), золотушник звичайний, дрік красильний (*Genista tinctoria* L.), костриця овеча (*Festuca ovina* L.), нечуйвітер зонтичний та ін.

Моховий ярус був щільним, рівномірним, мав проективне покриття 88 %. Співдомінували в ньому типові лісові види – плеврозій Шребера (40 %) та дикран багатоніжковий (40 %), меншу участь у створенні ярусу брав гілокомій блискучий (8 %).

Через 19 років після низової пожежі (2000 року) на дослідній пробній площі відбулася трансформація рослинного покриву, сформувався сосновий ліс рідкотравний (*Pinetum sparsaerherbosum*). При цьому деревостан залишився практично без змін, підлісок зник взагалі, а з підросту випали дуб звичайний та груша лісова (*Pyrus communis* L.).

Найбільші післяпожежні зміни відбулися у нижніх ярусах лісової рослинності. Зокрема, трав'яно-чагарничковий ярус характеризувався проективним покриттям лише 1 % та видовою насиченістю 11 видів. При цьому з його складу зникли такі лісові та узлісні види, як конвалія звичайна, смовдь гірська, куничник очеретяний (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth), золотушник звичайний, ожика волосиста, щитник шартрський та ін. Чорниця зменшила проективне покриття з 7 % до поодиноких особин. Натомість, до складу ярусу

увійшли світлолюбні види, такі, як звіробій звичайний (*Hypericum perforatum* L.), тонконіг дібровний (*Poa nemoralis* L.), агалік-трава гірська (*Jasione montana* L.), осока вереснянкова (*Carex ericetorum* Pollich), щавель горобиний (*Rumex acetosella* L.) та ін. Індекс видової подібності Сьоренсена-Чекановського для трав'яно-чагарничкового ярусу контрольної та даної дослідної ділянки дорівнював 0,26, що засвідчило їхню низьку видову подібність.

Кардинальні зміни помітні у моховому ярусі післяпожежного фітоценозу. В ньому в незначній мірі відновилася участь колишніх видів-домінант, зокрема проективне покриття плеврозію Шребера дорівнювало 5 %, а дикрана багатоніжкового – 10 %. У складі мохового ярусу окремими куртинками зустрічалися леукобрій сизий (*Leucobryum glaucum* Angstrom) та дикран віничний (*Dicranum scoparium* Hedwig).

У вологому суборі (B³) Житомирського Полісся найбільш типовим є фітоценоз соснового лісу чорнично-зеленомохового (*Pinetum myrtilloso-hylocomiosum*). У деревостані домінувала сосна звичайна, поодинокі зустрічалася береза повисла. У підрості зустрічалися деревця обох згаданих деревних порід, а також дуба звичайного. Підлісок характеризувався зімкнутістю 0,3-0,4, в ньому домінувала крушина ламка з поодинокію домішкою горобини звичайної.

Трав'яно-чагарничковий ярус був густим, характеризувався проективним покриттям 82 %, включав 10 видів, складався з 3-х під'ярусів. Перший, розріджений під'ярус, заввишки 80-100 см, складався з орляка звичайного (10 %), молінії голубої (3 %) та щитника шартрського (1 %). До складу другого, основного під'ярусу, заввишки 20-40 см, входив домініант ярусу – чорниця (60 %), меншу участь брали такі види, як брусниця (5 %), перестріч лучний (*Melampyrum pratense* L.) (1 %), верес звичайний тощо. Третій, розріджений під'ярус, заввишки 10-15 см, створювали такі види, як одинарник європейський (1 %), ожика волосиста (1 %), ортілія однобока.

Моховий ярус був дещо мозаїчним, із загальним проективним покриттям 95 %. В ньому співдомінували типові лісові мохи – плеврозій Шребера (40 %) та дикран багатоніжковий (50 %), меншою участю характеризувався леукобрій сизий (5 %).

Після низової пожежі 2000 року на дослідній ділянці у вологому суборі (B3) протягом 19 років відбувалася відновлювальна сукцесія, в результаті якої сформувався сосновий ліс бруснично-чорничний (*Pinetum vaccinoso vitis-idaeae-myrtillosum*). Порівняння контрольної та дослідної ділянок не виявило відмінностей у складі та повноті деревостану. У підліску такі відмінності були чіткими, вони полягали у слабкому його відновленні, зменшенні зімкнутості з 0,3-0,4 до поодиноких екземплярів крушини ламкої та горобини звичайної.

Під час сильної низової пожежі трав'яно-чагарничковий ярус вигорів повністю і навіть через 19 років не відновився у повній мірі. Зокрема, його проективне покриття у порівнянні з контрольною ділянкою зменшилося з 82 % до 51 %, а видовий склад зменшився з 10-и видів до 7-и. Однак індекс видової подібності Сьоренсена-Чекановського для трав'яно-чагарничкового ярусу контрольної та даної дослідної ділянок дорівнював 0,59, що свідчить про їх високу видову подібність.

У свіжих сугрудах (С²) Житомирського Полісся типовим фітоценозом є сосновий ліс орляково-конвалієво-різнотравний (*Pinetum pteridioso-convallarioso-variaherbosum*). На пробній площі деревостан мав склад 8Сз1Дз1Бп. До складу середньогустого підліску, зімкнутістю 0,3, входили горобина звичайна (0,3), як незначна домішка зустрічалися крушина ламка та зіновать руська.

Трав'яно-чагарничковий ярус був густим, рівномірним, з загальним проективним покриттям 75%, включав 19 видів, складався з 3-х під'ярусів. І під'ярус, заввишки 80-100 см, складався з орляка звичайного, проективне покриття котрого сягало 30%, а також смовді гірської, куничника очеретяного, дзвоників персиколистих (*Campanula persicifolia* L.), золотушника звичайного тощо. II, головний під'ярус, заввишки 30-40 см, створювали конвалія звичайна (35%), перестріч лучний (1%), перестріч дібровний (*Melampyrum nemorosum* L.) (3%), герань криваво-червона (*Geranium sanguineum* L.), перлівка поникла (*Melica nutans* L.), купина пахуча (*Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce) та ін. Третій, розріджений під'ярус висотою 5-15 см, був представлений веронікою лікарською (*Veronica officinalis* L.) та фіалкою шершавою (*Viola hirta* L.).

Після пожежі 2000 року, тобто через 19 років, на дослідній ділянці фітоценоз соснового лісу орляково-конвалієво-різнотравного (*Pinetum pteridioso-convallarioso-variaherbosum*) відновився повністю. Зміни у складі та повноті деревостану практично непомітні. Видовий склад підліску також відновився, проте його зімкнутість знизилася з 0,3 до 0,1.

Найбільші зміни відбулися у трав'яно-чагарничковому ярусі, проективне покриття котрого досягло допожежних значень – 75%, але видова насиченість збільшилася з 19 до 30 видів. Порівняння видового складу трав'яно-чагарничкового ярусу контрольної та даної дослідної ділянки демонструє високу видову подібність. Значення індексу видової подібності Сьоренсена-Чекановського дорівнювало 0,61.

Висновки. Дослідженнями впливу низових пожеж на рослинний покрив лісових фітоценозів Житомирського Полісся встановлено, що пожежі мають суттєвий вплив на всі компоненти лісової екосистеми, але найбільших змін зазнає рослинний покрив, оскільки знищується або відмирає частина рослинності.

Найбільша трансформація відбувається в нижніх ярусах лісової рослинності – трав'яно-чагарничковому та моховому, які часто вигорають повністю, але мають здатність відновлюються з різною швидкістю залежно від типу лісорослинних умов та часу, що минув після пожежі. Серед нижніх ярусів найгірше відновлюється моховий ярус, едифікаторний у ТЛУ А₂ та В₂, який майже зникає і не може відновитися навіть через 20 років.

Видова подібність трав'яно-чагарничкового ярусу контрольних лісових екосистем Житомирського Полісся, та ділянок, пройдених низовими пожежами, була різною – від дуже низької до високої, залежно від типу лісорослинних умов. Індекс Сьоренсена-Чекановського знаходився у межах 0,14-0,61.

За повнотою відновлення флористичного складу нижніх ярусів лісових фітоценозів після низових пожеж типи лісорослинних умов утворюють такий ряд: С₂ > В₃ > В₂ > А₃ > А₂, – тобто постпірогенне відновлення видового складу нижніх ярусів лісових фітоценозів відбувається інтенсивніше у більш багатих та вологих лісорослинних умовах.

References

1. Romanov V. E. Opredelenie uscherba ot nizovyih lesnyih pozharov. Lesn. hoz-vo. 1968. № 2. – S. 78–80 [in Russian].
2. Evdokimenko M. D. Pirogennaya digressiya svetlohvoynnyih lesov Zabaykalya. Institut lesa SO RAN. 2008. S. 109–115 [in Russian].
3. Zibtsev S. V., Borsuk O. A. Okhorona lisiv vid pozhezhih u sviti ta v Ukraini – vyklyky KhKhI storichchia ta perspektyvy rozvytku. Lisove i sadovo-parkove hospodarstvo. 2012. № 1. S. 49–63 [in Ukrainian].
4. Sapozhnikov A. P. Klassifikatsiya pirogennyih transformatsiy v lesnyih ekosistemah. Materialy i Vseros. konf. «Pozharyi v lesnyih ekosistemah Sibiri», 17–19 sentyabrya 2008 g. Krasnoyarsk, 2008. S. 180–181 [in Russian].
5. Kalinin K. K. Vliyanie pozharov na povrezhdaemost i otpad drevostoev. Sovremennyye problemy ucheta i ratsionalnogo ispolzovaniya lesnyih resursov Materialy region, nauch.-prakt. konf. Yoshkar-Ola, 1998. S. 202–204 [in Russian].
6. Wrigt H. E., Heinselman M. L. The ecological role of fire in natural conifer forests of Western and Northern North America. Quatem. Res. 1973. vol. 3. p. 319–328.
7. Humeniuk V. V., Holiaka D. M., Zibtsev S. V. Vplyv nyzovoi pozhezhi na sosnovi derevostany u zoni Tsentralnoho Polissia Ukrainy. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy. 2015. Vyp. 25.9. С. 40–46 [in Ukrainian].
8. Voron V.P., Koval I.M., Sydorenko S.H., ta in. Pirohenna transformatsiia sosniakiv Ukrainy. (Monohrafiia), Kharkiv, TOV Planeta-Print, 2021. 286 s. [in Ukrainian].
9. Pogrebnyak P. S. Osnovyi lesnoy tipologii. Kiev: AN USSR, 1955. 456 s. [in Russian].
10. Krasnov V. P., Orlov O. O., M. M. Vedmid. Atlas roslyn-indikatoriv i typiv lisoroslynnykh umov Ukrainського Polissia. Novohrad-Volynskyi: NOVOhrad, 2009. 488 s. [in Ukrainian].
11. Lavrenko E. M. Osnovnyie zakonomernosti rastitelnyih soobschestv i puti ih izucheniya. Polevaya geobotanika / pod obsch. red. E. M. Lavrenko, A. A. Korchagina. T. I. Moskva, Leningrad: Nauka, 1959. S. 13-70.
12. Yunnatov A. A. Zalozhenie ekologicheskikh profiley i probnyih ploschadey. Polevaya geobotanika / pod obsch. red E. M. Lavrenko, A. A. Korchagina. T. III. Moskva, Leningrad: Nauka, 1964. S. 9-35.

13. Korchagin A. A. Vidovoy (floristicheskiy) sostav rastitelnyih soobshchestv i metody ego izucheniya. Polevaya geobotanika / pod obsch. red. E. M. Lavrenko, A. A. Korchagina. T. III. Moskva, Leningrad: Nauka, 1964. – S. 39-59.
14. Odum Yu. Ekologiya. T. 2. Moskva: Mir, 1986. 376 s.
15. Bradis Ye. M., Andriienko T. L. Detalne heobotanichne raionuvannia Polissia URSR. Ukrainskyi botanichnyi zhurnal. 1975. 32.4. S. 471-475.

**V. P. Landin¹, I. D. Ivaniuk², O. O. Orlov³, V. L. Solomko⁴, V. P. Feshchenko⁴,
V. A. Zaharchuk⁴**

¹*Institute of Nuclear Power Plant Safety Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

²*Malyny Vocational College, v. Hamarnya of Zhytomyr region, Ukraine*

³*SU "Institute of Environmental Geochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine,*

⁴*DS.F. "Ovrut specialized forestry", v. Dubodyy Hay, Zhytomyr region, Ukraine*

AN INFLUENCE OF SURFACE FOREST FIRES ON SPECIES COMPOSITION OF PLANT COMMUNITIES OF FOREST ECOSYSTEMS OF ZHYTOMYR POLISSYA

Research of influence of forest surface fires on plant cover of forest phytocenoses was carried out in 2020 in ecosystems of pine forests of Zhytomyr Polissya in the most spread types of forest ecological conditions in the region: fresh bir (A₂), wet bir (A₃), fresh subir (B₂), wet subir (B₃) and fresh sugrud (C₂).

It was determined that in fresh bir (A₂) the most common phytocenosis in the region was Pinetum hylocomiosum. Their tree canopy consisted on 1 layer – from Pinus sylvestris L., with minor admixture of Betula pendula Roth., undergrowth was absent. Grass–dwarf-shrub layer was rather sparse, with projective cover about 3%, and consisted of 8 grass species, mainly boreal. It was shown that in this forest ecological condition moss layer was edificatory one in living aboveground cover, with projective cover 95–100%. Pleurozium schreberi Mitt. dominated in it, Dicranum polysetum Sw. was codominant species (30%). It was found that after 9 years after surface forest fire projective cover of grass–dwarf-shrub layer slightly increased – from 3% to 5%, and floristic composition increased from 8 to 20 species. Typical forest species disappeared from species composition, but heliophilous forest edge species appeared. Comparing with control plots floristic composition of grass–dwarf-shrub layer of experimental plots it was shown that in fresh bir (A₂) index of species similarity of Siorensen-Chekanovsky was 0,14 that testified about very low species similarity. It was shown cardinal changes in moss layer, it didn't renew, it's projective cover didn't exceed 1%, and the only Dicranum polysetum was a part of it's species composition.

It was proven that in investigated fresh subir (B₂) of Zhytomyr Polissya tree canopy had 9Ps1Qr+Bp. As the consequence of post-pyrogenic demutation of vegetation which took place during 19 years (after fire of 2000) plant community of Pinetum sparsaerbosum formed. Composition and completeness of tree canopy didn't change, but undergrowth didn't renew. Grass–dwarf-shrub layer decreased its projective cover significantly – from 58% to 23%, but it's species composition increased from 12 to 22 species. It was shown that in wet subir (B₃) after surface forest fire of 2000 recovery post-pyrogenic succession occurred on experimental plot during 19 years, and as a result of it

Pinetum vaccinoso vitis-idaeae-myrtillosum formed. Comparison of control and experimental plots didn't reveal of differences in species composition and completeness of tree canopy. But grass-dwarf-shrub layer burned out completely during heavy surface fire and even after 19 years didn't fully renew. In particular it's projective cover in comparison with control plot decreased from 82 % to 51 %, and species composition decreased from 10 to 7 species. But index of species similarity of Siorensen-Chekanovsky for grass-dwarf-shrub layer of control and experimental plots was 0,59, which testified about high similarity of floristic composition of both plots.

In fresh sugrud (C_2) of Zhytomyr Polissya phytocenoses *Pinetum pteridioso-convallarioso-variatherbosum* were the most typical. After surface forest fire of 2000 these phytocenoses renew due to post-pyrogenic succession during 19 years. Changes in species composition and completeness of tree canopy were minor. Species composition of undergrowth also renewed, but it's completeness decreased from 0,3 to 0,1. In grass-dwarf-shrub layer species number increased from 19 to 30 species. Comparison of species composition of grass-dwarf-shrub layer of control and experimental plots demonstrated high species similarity, with value of index of Siorensen-Chekanovsky – 0,61.

Research of the influence of surface forest fires on plant cover of forest ecosystems of Zhytomyr Polissya proved that fires had an essential influence on all components of forest ecosystems, but the biggest changes were observed in plant cover because it was totally destroyed or damaged a part of it. Minimum influence surface fires had on tree canopy.

The greatest transformation has taken place in the low layers of forest vegetation – grass-dwarf-shrub and moss layers, which often burn out completely, but have the ability to renew with different speed depending on type of forest ecological condition and time after forest fire. Among lower layers the worst renew was character for moss layer, edificatory in types of forest ecological conditions of A_2 and B_2 , this layer almost disappeared and can't renew even after 20 years.

Species similarity of grass-dwarf-shrub layer of control and experimental plots of forest ecosystems of Zhytomyr Polissya was different – from very low to high, depending on forest ecological conditions. Value of the index of Siorensen-Chekanovsky varied in the limit 0,14-0,61. By completeness of recovery of floristic composition of the lower layers of forest phytocenoses after surface forest fires types of forest ecological conditions can be placed in such row: $C_2 > B_3 > B_2 > A_3 > A_2$, – i.e. post-pyrogenic renew of species composition of the lower layers of forest phytocenoses was happening more intensively in the more rich and humid forest ecological conditions in comparison with poor and dry.

Key words: phytocenosis, type of forest ecological conditions, post-pyrogenic succession of vegetation, grass-dwarf-shrub layer, index of species similarity of Siorensen-Chekanovsky.

В. Б. Левченко¹, М. С. Карпович¹, М. В. Ткаченко²

¹Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирська область, Україна

²Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

ПАТОГЕНЕЗ НЕТЕРОBASIDION ANNOSUM (FR.) BREF. ТА МОНІТОРИНГ СИТЕВОЇ ГНИЛІ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

З'ясовано актуальні питання ураження насаджень сосни звичайної збудниками кореневої губки та ситевої гнилі в умовах лісгосподарських підприємств Київської та Житомирської областей. Проаналізовано опис біологічних та морфологічних особливостей збудників кореневої губки та ситевої гнилі, їх вірулентність та характер ураження соснових деревостанів в умовах Київського та Житомирського Полісся. В процесі проведення досліджень вивчено патологічні процеси збудників кореневої губки та ситевої гнилі. Особлива увага в статті була привернута морфологічним змінам збудника кореневої губки сосни звичайної, що набув масового розповсюдження на староорних землях в умовах Державних лісгосподарських підприємств Київського та Житомирського Полісся. Акцентована увага на синергетичну дію збудника кореневої губки сосни звичайної щодо патологічного процесу ситевої гнилі соснових деревостанів. Встановлено, що збудник кореневої губки сосни звичайної, а також ситевої гнилі уражують лісові насадження у віці 15–25 років. Доведено, що зміни кліматичних умов, потепління зимового періоду, зменшення кількості опадів протягом вегетаційного періоду, значно підсилюють інтенсивність патологічного процесу збудників кореневої губки та ситевої гнилі сосни звичайної, що є джерелом епіфітотії в умовах Центрального Полісся. Вивчено патологію збудників кореневої губки та ситевої гнилі сосни звичайної, а також вплив різних типів ґрунтів і змін кліматичних умов на поширення інфекції цих збудників в лісових едатопах Центрального Полісся. Встановлено, що основними методами проведення досліджень по вивченню патологічного процесу кореневої губки та ситевої гнилі сосни звичайної є розрахунково-аналітичний метод по збору й обробці результатів фітопатологічної експертизи соснових насаджень, проведення моніторингу впливу різних типів лісових ґрунтів на розповсюдження збудника кореневої губки та ситевої гнилі сосни звичайної, в лісових едатопах Центрального Полісся, а також проведення обстежень соснових деревостанів з визначенням характеру всихання в залежності від ступеня ураження збудниками кореневої губки й ситевої гнилі при змінах кліматичних показників.

Ключові слова: збудник, хвороба, ліс, губка, гниль.

¹Левченко Валерій Борисович, кандидат с.-г. наук, доцент, E-mail: waleriy07@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-3638-1015>;

¹Карпович Марина Сергіївна, кандидат с.-г. наук, E-mail: marinakarpovich1990@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4159-5499> ;

²Ткаченко Марина Володимирівна, здобувач, E-mail: marina14tkachenko@icloud.com, <https://orcid.org/0000-0002-1618-4831>.

Вступ. У структурі лісового фонду України переважає формація хвойних лісів, утворена сосною звичайною (*Pinus sylvestris* L.). Вона займає площу 4778,2 тис. га, що становить 50,3% вкритих лісом земель країни. Антропогенна трансформація лісових біогеоценозів на тлі різких кліматичних змін та збільшення інтенсивності та частоти екстремальних погодних явищ надає потужний негативний вплив на стан соснових насаджень в умовах Центрального Полісся України, і зокрема Київської та Житомирської областей. У ослаблених деревостонах активізуються патогенні організми, серед яких найбільшу поширеність і шкідливість мають збудники ситєвої гнилі коренів – гриби з роду *Heterobasidion* (коренева губка). В Україні понад 75% загальної площі осередків хвороб та шкідників виявлено саме у соснових лісах, що уражені кореневою губкою. Тому виникає необхідність виявлення причин підвищення шкідливості кореневої гнилі на основі вивчення екологічних особливостей збудника кореневої гнилі сосни звичайної та ситєвої гнилі в трансформованих господарською діяльністю насадженнях, визначення ефективності застосовуваних захисних заходів з метою обґрунтування шляхів їх удосконалення. Багато дослідників у комплексі заходів щодо зниження шкоди заподіяної кореневими гнилями, в тому числі кореневою губкою сосни звичайної та ситєвою гниллю, підкреслюють важливість профілактики хвороби в експлуатаційних лісах з використанням біологічного методу [1]. Він полягає у спрямованій біоутилізації пеньків, як основного субстрату для розвитку патогену, шляхом їх обробки препаратами на основі гриба-антагоніста *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jülich. Біологічний метод широко використовується для обмеження поширення та шкідливості корневих гнилей у хвойних насадженнях Західної Європи, показав високу ефективність [2]. Тому на сьогоднішній день актуальним завданням для лісового господарства України є відбір місцевих ізолятів *Ph. gigantea*, вивчення їх біологічних властивостей та скринінг високоактивних штамів з метою подальшої розробки вітчизняного біопрепарату на їх основі.

Матеріал і методи дослідження. Відомості про збудників кореневої гнилі сосни звичайної та ситєвої гнилі соснових насаджень лісах України отримані в результаті аналізу повної бази даних вогнищ захворювань, складеної за результатами лісопатологічного моніторингу лісового фонду і включає відомості про 64 виділи. Видову приналежність збудника кореневої гнилі сосни визначали на основі морфологічних характеристик плодових тіл гриба та симптомів ураження насаджень, підтверджували за допомогою методів молекулярно-генетичного аналізу (В. Є. Падутов та ін., 2007). Для вивчення біологічних особливостей *H. annosum* та *Ph. gigantea* з відібраних у природі зразків плодових

тіл і деревини були виділені чисті культури грибів (23 і 38 ізолятів) відповідно до загальноприйнятих методів (В. І. Білай, 1982).

Структуру локальних популяцій *Heterobasidion annosum* вивчали у шести діючих осередках всихання в чистих соснових лісових культурах різного віку. Генетичну різнорідність ізолятів визначали на основі аналізу вегетативної несумісності з використанням методу зустрічних культур (J. Stenlid, 1985).

Основні фізико-механічні властивості деревини патологічного відпаду сосни звичайної були визначені за діючими стандартами на 56 зразках деревини із застосуванням випробувальної машини MTS Insight 100, обробка даних виконана в програмі TestWorks 4. Втрати сортності та вартості деревини встановлювали на 5 розкряжованих та аналізу 18 модельних дерев за допомогою відбору деревини буром Преслера. Розрахунок економічної шкоди, заподіяної кореневою губкою, ситевою гниллю проводили з використанням прийнятих у лісовому господарстві формул (М. М. Санкович, 2012), удосконалених нами з урахуванням специфіки ураження насаджень кореневою губкою. Скринінг активного штаму *Ph. gigantea*, перспективної розробки біологічного препарату, проводили із застосуванням загальновідомих методик (Полещук, 1997; Звягинцев, 2003). Ефективність сапрофітації деревини сосни звичайної штамами *Ph. gigantea* у природних умовах вивчали на 400 пеньках. Обробку пеньків суспензією оідіоспор антагоніста в концентрації робочого розчину 107 спор/л проводили за допомогою ручного ранцевого оприскувача. Суспензію отримували шляхом змиву спор з чистих культур гриба, вирощеної у чашках Петрі на агаризованому поживному середовищі (мальтекстрактагар МЕА А5789, 0500 виробництва AppliChem). Статистичну обробку експериментальних даних проводили на 5% рівні значимості за методикою Б. А. Доспехова (1985) з використанням Microsoft Excel.

Аналіз літературних джерел. Проблему корневих гнилей хвойних порід в умовах зони Центрального Полісся України, найбільш небезпечними збудниками яких є патогенні гриби роду *Heterobasidion*, досліджували багато вчених-фітопатологів протягом останніх двох століть. Вітчизняна і зарубіжна бібліографія налічує понад дві тисячі наукових праць, присвячених таксономії, біології, поширенню збудників ситевої гнилі коренів та методів обмеження їх шкідливості. Дані питання широко висвітлені в роботах С. Ф. Негруцького (1973), І. А. Алексеєва (1974), С. В. Шевченка (1974), М. В. Давиденко (1986), В. Г. Стороженко (1983), А. П. Василяускаса (1989), Ю. Ф. Ареф'єва (2005), І. Н. Павлова (2008, 2012), Б. П. Чуракова (2013), К. Korhonen (1978, 2004), J. Stenlid (1985, 1998), M. Garbelotto (1999, 2010, 2013), P. Gontheir (2003, 2012), P. Łakomy (2003, 2007), F. O. Asiegbu (2005), Z. Sierota (2001, 2015) та ін.

Значний внесок у вивчення поширеності та біоекологічних особливостей кореневої губки на території України внесли Н. І. Федоров (1970, 1984), І. Т. Єрмак (1971), Г. С. Снігерев (1977), Ю. М. Полещук (1987, 1991), Ю. Л. Смоляк (1987), Є. С. Раптунович (1990), Н. Г. Дишук (1990) та ін. Виявили, що в антропогенно-трансформованих лісах ефективним є біологічний метод профілактики та обмеження шкідливості кореневої губки, який широко використовується при веденні лісового господарства у хвойних насадженнях Західної Європи та Північної Америки (К. Korhonen, 2001; E. Pratt, 2000; H. Sun, 2011; K. Kenigsvalde et al., 2015).

Коренева губка сосни звичайної (*Heterobasidion annosum*), на сьогоднішній день є досить патогенним захворюванням соснових лісостанів в зоні Центрального Полісся [15]. Встановлено визначальну роль кореневої губки сосни звичайної в процесі масового всихання соснових насаджень в умовах Державних лісогосподарських підприємств Київської та Житомирської областей. Осередки ураження сосни звичайної у віці 15–20 років формуються на більш легких ґрунтах з частково змитим і дефльованим гумусовим горизонтом в межах 10–12 см [16]. Встановлено, що продуктивні деревостани сосни звичайної ростуть без характерних ознак ураження кореневими хворобами на середніх або важких суглинках типів С₂–С₃, а також на важких ґрунтах в умовах С₃–D₃ з потужністю гумусового горизонту в межах 17–20 см [17]. Висока густина соснового деревостану і припинення радіального приросту у віці 15–25 років без активної диференціації та своєчасного відпаду веде до зниження стійкості деревостану щодо збудника кореневої губки та ситевої гнилі і провокує куртинне всихання [18]. В осередках всихання насаджень сосни звичайної внаслідок патологічної дії кореневої губки спостерігається суттєвий вплив недостачі опадів, що особливо проявляється в період активного росту (червень-липень) вище коефіцієнта варіації в межах ($r = 0,70$, $p < 0,01$), ніж в прилеглому непошкодженому деревостані, при нормальній їх кількості в межах ($r = 0,43$, $p < 0,05$). Зниження кількості опадів протягом ряду років при одночасному зростанні температури приземного шару повітря стало причиною зниження стійкості соснових насаджень до кореневої губки та ситевої гнилі і як наслідок, його загибель [19]. Коренева губка (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. S. Str.) та ситева гниль в умовах Центрального Полісся України відмічена на більш ніж 10 видах деревних лісоутворюючих порід рослин і вважається небезпечним збудником кореневої гнилі, особливо в насадженнях сосни, ялини, модрина звичайної. Ці збудники є досить поширеними в умовах зони Центрального Полісся України. [1]. Особливу небезпеку збудники кореневої губки і ситевої гнилі сосни звичайної проявляють на площах, що були виведені з під тривалого сільськогосподарського користування [20]. Більшою мірою, це проявляється на

староорних землях з порушеною гранулометричною структурою ґрунту і сформованою на глибині 25–30 см плужною подошвою [21]. При досягненні кореневою системою сосни звичайної ущільненого горизонту, розвивається поверхнева коренева система, що створює в подальшому сприятливі умови для розвитку патогену [2]. При цьому сосновий деревостан стає більш чутливим до будь-яких кліматичних аномалій, і в першу чергу, до ґрунтової та атмосферної посухи. При цьому значно знижується стійкість соснових насаджень до біотичного впливу інших патогенних хвороб. Навіть на рекультивованих територіях з відвалами пропромислового походження в останні десятиріччя зустрічається загибель деревостанів від збудника кореневої губки та ситевої гнилі. Цю закономірність спостерігали в Німеччині при проведенні лісомеліоративних робіт [3]. На сьогоднішній день запроваджено практичні рекомендації щодо обмеження створення культур сосни звичайної на землях, що раніше було виведено з-під сільськогосподарського користування [4, 11]. Умови зростання соснових деревостанів багато в чому є визначальними в розвитку збудника кореневої губки сосни звичайної, а також прояву її патологічних ознак [5, 12]. Для прикладу, в більшій мірі коренева губка та ситева гниль уражують соснові насадження у віці 25–30 років з ступенем патологічного процесу на деревостані в межах 35,0% [6, 13]. Далі в порядку зменшення патологічного процесу, варіабельність захворювання насаджень на кореневу губку та ситеву гниль знаходяться в такому динамічному ряді: 20% – ялинники, 12,5% – сосняки.

В лісах Центрального Полісся України на менш дренованих ділянках патологічний процес кореневої губки виявляється набагато менший, ніж на добре дренованих [7, 14]. В країнах Західної Європи для боротьби з масовим поширенням збудника кореневої губки сосни звичайної, а також ситевої гнилі в якості основи біологічних препаратів використовується гриб *Phlebiopsis gigantea*, який є конкурентом *Heterobasidion annosum* на деревині порубкових залишків і сприяє обмеженню його поширення. Аналіз літературних джерел показав, що, незважаючи на широку вивченість, проблема кореневої губки, ситевої гнилі сосни звичайної, як і раніше, залишається вкрай актуальною.

Результати дослідження. Поширеність кореневої губки та ситевої гнилі коренів у соснових насадженнях України протягом останніх 18 років продовжує залишатися досить високою: площа вогнищ щорічно становить від 114 до 152 тис. га, незважаючи на постійне збільшення обсягу проведених лісозахисних заходів. У 2021 р. сосняки, уражені кореневою губкою, виявлені на площі 133,0 тис. га, що склало 82,3% вогнищ усіх шкідників та хвороб у лісах країни.

Зустрічаються вогнища ситевої гнилі коренів у соснових насадженнях. Патогенність цього збудника зростає при просуванні з Півночі на Південь, і

досягає найбільшого значення в лісах Центральної та Південної частин Полісся, зокрема: в Бородянському районі Київської області станом на 2021 рік було уражено 7,8% площі соснових лісів, Броварському районі – 7,1%, та 6,0% в Олевському районі Житомирської області. Максимальна кількість вогнищ кореневої губки характерна для лісів Овруцького, Народицького, Малинського, Коростенського районів Житомирської області. Сосняки Центральної та Північно-Західної частини Житомирської області більш стійкі до ураження ситевою гниллю коренів, тому періодичність вогнищ хвороби становить відповідно 1,5 і 1,7%.

У загальній структурі уражених площ 81,4% вогнищ – діючі, 15,2% – загасаючі та 3,4% – що виникають. При цьому переважає (80,5%) слабкий ступінь зараженості, середній ступінь зараженості мають 18,0% вогнищ, сильний – 1,5%.

За допомогою молекулярно-генетичних методів ідентифікації було встановлено, що всі ізоляти, відібрані з вогнищ всихання сосни звичайної відносяться до виду *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. Це дозволило уточнити морфологічні ознаки плодових тіл гриба і симптоми розвитку хвороби, а також встановити, що масове куртинне всихання сосни в умовах Центрального Полісся України викликає лише один з двох представлених у Україні видів – *Heterobasidion annosum*.

Шкодочинність ситевої гнилі коренів сосни проявляється насамперед у зниженні продуктивності насаджень, викликаному зменшенням приросту уражених дерев, появою порожніх площ у вигляді прогалін (вікон) через куртинне всихання деревостану. Найбільше значення має зниження якості деревини, патологічного відпаду (сухостійних дерев та повалених дерев), який накопичується при формуванні вогнищ строкатої ситевої гнилі коренів сосни (Василяускас, 1989). В міру його біодеструкції відбуваються зміни фізико-механічних та експлуатаційних властивостей деревини (табл. 1).

В результаті проведених досліджень нами було встановлено, що щільність деревини статистично знижується вже через рік після початку процесу всихання соснового насадження, тоді як міцність починає знижуватись лише через 2 роки, торцева твердість – через 4 роки ($p < 0,03$).

Ми встановили, що після початку процесу всихання дерев сосни звичайної, відбуваються суттєві зміни якості деревини внаслідок розвитку різних вад деревини, таких як грибні забарвлення, заболонні гнилі, червоточини та тріщини від усушки.

У цьому спостерігається закономірність зниження виходу сортових лісоматеріалів зі збільшенням терміну давності всихання (рис. 1). Вже через 1 рік після всихання соснового деревостану відсутня деревина I сорту,

знижується частка виходу деревини II сорту (на 40,9% порівняно зі здоровою, не ураженою деревиною), різко зростає вихід деревини III сорту (81,5% сортиментів), а також утворюється несортова деревина (14,8%)

Таблиця 1

Фізико-механічні властивості деревини сосни звичайної в осередках кореневої губки та ситєвої гнилі (середнє за 2018-2021 роки)

Санітарно-патологічний стан соснових насаджень (тривалість періоду всихання)	Щільність деревини, ρ_{12} , кг/м ³		Торцева статична твердість, Н/мм ²		Міцність на стискання вздовж волокон, МПа	
	фактична	відхилення здорової деревини \pm %	фактична	відхилення здорової деревини \pm %	фактична	відхилення здорової деревини \pm %
Без ознак ослаблення	465,9 \pm 21,1	0,0	34,2 \pm 1,5	0,0	41,8 \pm 2,6	0,0
Старий сухостій (1 року)	417,8 \pm 11,9	- 10,3	33,4 \pm 1,8	- 2,3	38,1 \pm 2,1	- 8,8
Старий сухостій (2 роки)	411,8 \pm 18,8	- 11,6	34,5 \pm 2,8	+0,9	35,7 \pm 3,0	- 14,6
Старий сухостій (3 роки)	408,9 \pm 12,4	- 12,2	32,8 \pm 2,2	- 4,1	33,3 \pm 2,1	- 20,3
Старий сухостій (4 роки)	378,6 \pm 7,0	- 18,7	31,2 \pm 1,2	- 8,8	33,1 \pm 1,5	-20,8
Старий сухостій (5 років)	360,8 \pm 13,7	- 22,6	29,5 \pm 2,1	- 13,7	25,8 \pm 2,8	- 38,3
Повалені дерева (2 роки)	337,9 \pm 12,3	- 27,5	22,6 \pm 2,1	- 33,9	23,6 \pm 2,1	- 43,5
Без ознак ослаблення	465,9 \pm 21,1	0,0	34,2 \pm 1,5	0,0	41,8 \pm 2,6	0,0
Старий сухостій (1 рік)	417,8 \pm 11,9	- 10,3	33,4 \pm 1,8	- 2,3	38,1 \pm 2,1	- 8,8
НІР ₀₀₅	1,21	1,14	1,20	1,23	1,26	1,47

Через 4 роки після усихання дерева, відбувається повна втрата ділових сортиментів.

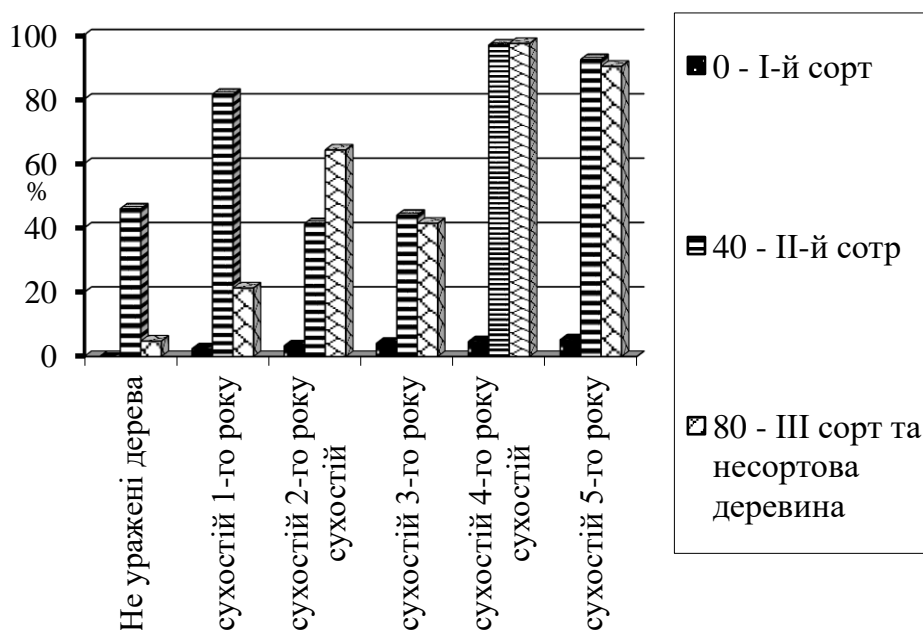


Рис. 1. Диференціація за сортами деревини патологічного відпаду сосни звичайної різного ступеню всихання в осередках кореневої губки та ситєвої гнилі (середнє за 2018-2021 рр.)

В результаті зниження якості деревини, відбувається зменшення її вартості. В процесі проведення досліджень ми порахували, що за один рік після всихання вартість деревини патологічного відпаду знижується в середньому на 20,6%, через 2 роки – на 69,2%, через 3 роки – на 75,0%. При цьому найбільш інтенсивно процес зниження вартості деревини спостерігається при всиханні дерев у віці до 50 років. Дерев старшого віку з середнім діаметром 52–62 см повільніше втрачають якість сортиментів, що частково зумовлено збільшенням у процесі зростання обсягу стійкішої до біодеструкції ядрової деревини. Найбільших економічних збитків ситєва гниль коренів завдає у сосняках Народицького та Овруцького лісогосподарських підприємств. Втрати за сильного ступеня зараження становлять 2,2 і 2,5 тис. грн./га на рік відповідно. В цілому на сьогоднішній день в розрізі лісокористувань Київського та Житомирського обласних управлінь лісового та мисливського господарств щорічний збитки, завданий кореневою губкою та ситєвою гниллю сосновим насадженням, становить 21831,6 тис. грн. (у цінах станом на 01.10.2021) або 11,3 млн. дол. США (за курсом Національного банку України).

Під час проведення досліджень по вивченню біоекологічних особливостей розвитку *Heterobasidion annosum* в соснових лісах Центрального Полісся та територіях лісокористувань Київського та Житомирського обласного управлінь

лісового та мисливського господарств нами було встановлено, що ситєва гниль коренів соснових деревостанів досить часто уражає не тільки лісові культури, а й сосняки природного походження, які вважалися раніше стійкими в умовах Центрального Полісся України (Федоров, 1984; Полешук, 1991). Від 15,0 до 40,7% вогнищ хвороби утворюється в насадженнях, сформованих природним шляхом (таблиця 2).

Таблиця 2

Площа вогнищ кореневої губки у соснових насадженнях природного походження (за результатами лісопатологічного моніторингу, 2018–2022 рр.)

Державне лісогосподарське підприємство	Загальна площа вогнищ кореневої губки і ситєвої гнилі, га.	В тому числі в насадженнях природного походження	
		га	%
ДП Боярське ЛГ	17748,8	6978,6	39,3
ДП Олевське ЛГ	39973,7	16284,6	40,7
ДП Народицьке ЛГ	18294,1	2744,7	15,0
НІР ₀₀₅	0,24	0,21	0,18

За результатами проведених досліджень нами було встановлено, що незалежно від походження насаджень велика частота прояву хвороби спостерігається в соснових лісах III класу віку. У різних лісорослинних районах уражено від 1,9 до 7,9% середньовікових сосняків, а в цілому по країні – 6,2%. У деяких лісогосподарських установах спостерігається надзвичайно висока ураженість строкатою ситєвою гниллю коренів у насадженнях (IV клас віку), а саме: 13,6 і 13,3% у Олевському і Народицькому лісгоспах відповідно), яка в цілому по Житомирському ОУЛМГ – становить 2,7%. Дослідження, проведені ще М. І. Федоровим (1984) в 80-ті роки минулого століття, показали, що найбільші площі вогнищ фіксувалися в сосняках I–II класів віку. Очевидно, що за минулі 30 років ці молодняки перейшли до розряду середньовікових насаджень, зберігши низьку стійкість до хвороби.

Серед представлених у лісовому фонді Центрального Полісся типів лісу, частка уражених деревостоїв переважає в сосняках чорничникового (*Pinetum pteridiosum*) – (5,8%) і брусничникового (*Pinetum pleuroziosum*) типів – (4,8%). При цьому вірулентність та ареал хвороби неоднорідні по лісогосподарських підприємствах і лісорослинних районах: в Боярському, Народицькому, Олевському, Бородянському лісогосподарських підприємствах, вона вища в сосняках мохового типу, у той час як в інших – в сосняках чорничниково-мохового типу, він набагато менший. Стійкими до строкатої ситєвої гнилі коренів є сосняки чорничні (*Pinetum myrtillosum*). Незважаючи на

широку поширеність даного типу лісу на території України (530443,9 га), уражено кореневою губкою та ситевою гниллю лише 0,3% його загальної площі. По мірі зростання ґрунтової родючості (відповідно до едафічної шкали П. С. Погребняка, 1968), а також при зміні гідротопу у бік збільшення або зменшення вологості щодо свіжих умов місце поширення збудника ситевої гнилі сосни звичайної зменшується.

На основі аналізу бази даних вогнищ ситевої гнилі коренів сосни виділено 8 ступенів загрози ураження кореневою губкою штучних соснових деревостанів (загроза ураження відсутня, дуже низька, низька, нижча за середню, середня, висока, дуже висока, найвища). Найвища і дуже висока загроза ураження цими захворюваннями існує при створенні лісових культур на зрубках після суцільних санітарних рубок в осередках хвороби у всіх типах умов місцезростання. У сирих і мокрих умовах місцезростання загроза ураження кореневою губкою відсутня, оскільки вогнищеве ураження сосни не формується. Вивчення просторової структури локальних популяцій *Heterobasidion annosum* в куртинах всихання сосни звичайної дозволило встановити, що у великих діючих і затухаючих вогнищах кореневої губки в процесі всихання соснових деревостанів беруть участь кілька груп вегетативно сумісних ізолятів патогену, які охоплюють різні за розміром площі. У осередках, що виникають або мають невеликі розміри, виявлялась тільки одна група вегетативно сумісних ізолятів. Відомо, що у базидіальних макроміцетів, що утворюють індивідуальний довгоживучий міцелій, межі якого можна встановити молекулярними методами, виділяються індивідууми або особини як самостійно існуючі організми (Дьяков, 2012). Ізоляти однієї особини *Heterobasidion annosum* вегетативно сумісні, різних особин – несумісні (Stenlid, 1985; Ю. Т. Дьяков, 1995). Ізоляти особин *Heterobasidion annosum*, що ініціюють інфекційний процес (ініціюючі особини), володіють більш високим рівнем патогенності і дереворуйнівою активністю в порівнянні з ізолятами особин, що проникають у вже сформоване вогнище (вторинні особини), в середньому на 35,7 і 33, 6% відповідно ($p < 0,05$) (таблиця 3). Ініціюючі особи займають площу в середньому $67,7 \pm 23,9 \text{ м}^2$, колонізуючи $18,0 \pm 11,0$ кореневих, тоді як вторинні мають набагато менші розміри: заселяють $2,32,3 \pm 1,2$ кореневих систем і поширюються на площі $10,7 \pm 4,34 \text{ м}^2$.

Отже, у формуванні локального вогнища всихання бере участь одна особина *Heterobasidion annosum*, морфологічні властивості якої визначають успішне зараження насадження і подальше поширення по кореневих системах деревостанів сосни звичайної. При цьому більшість особин збудника мають невисоку патогенність, про що свідчить, у тому числі, досить рідкісне формування нових куртин всихання в уражених насадженнях,

незважаючи на велику кількість інфекції в повітрі (Н. І. Федоров, 1984) та ґрунті (М. Я. Острикова та ін., 2011).

Таблиця 3

Порівняльна характеристика ізолятів первинної та вторинної інфекції збудника *Heterobasidion annosum* з локальних вогнищ всихання сосни звичайної відібраних в лісогосподарських підприємствах Київського та Житомирського ОУЛМГ (середнє за 2018-2022 рр.)

Фітопатологічний показник	Ізоляти первинної інфекції	Ізоляти вторинної інфекції
Кількість інфікованих кореневих систем, шт.	18,0 ± 11,0	2,3 ± 1,2
Середня площа куртини всихання від прояву хвороби, м ²	67,7 ± 23,9	10,7 ± 4,3
Дереворуйнівна здатність, %	14,7 ± 0,8	11,0 ± 0,6
Патогенність, %	97,7 ± 2,1	71,8 ± 7,6
НІР ₀₀₅	0,18	0,21

По мірі проведення рубок догляду у насадженні, пеньки та кореневі системи заселяються вторинними шкідниками, які займають переважно центральну частину вогнища і завершують деструкцію мертвої деревини.

В результаті аналізу бази даних соснових насаджень, уражених кореневою губкою, було виявлено, що з метою оздоровлення сосняків у практиці лісового господарства Центрального Полісся України використовуються виключно рубки догляду: прорідження, прохідні рубки, прибирання захаращеності, вибіркові санітарні рубки. Вивчення ефективності цих заходів в уражених кореневою губкою сосняках було проведено шляхом порівняння термінів повторюваності, тобто середньої кількості років, через який стан деревостою вимагає проведення повторної рубки. Відмінності в повторюваності перерахованих вище заходів залежать від інтенсивності вибірки живого компонента деревостану. Вибірка дерев сосни звичайної з потенційно високою загрозою ураження кореневою губкою і вже заражених деревостанів, дозволяє попередити появу патологічного відпаду в насадженні на короткий термін (1–3 роки). Отже, проведені рубки догляду вирішують лише питання часткової мінімізації шкоди від вогнища всихання дерев сосни звичайної вибіркової ліквідної деревини, не впливаючи на поширення збудника захворювання. Навпаки, рубки догляду викликають появу в соснових насадженнях значної кількості поживного субстрату для розвитку патогена, таких як деревина пеньків і кореневих систем. У зв'язку з цим у комплексі заходів щодо обмеження шкодочинності кореневої губки, важливе місце має відводитись контролю інфекції на ділянках, пройдених рубками

догляду. Одним з найбільш ефективних способів стримування поширення патогену, вважається заселення свіжозрубаних пеньків грибами-антагоністами. На основі аналізу поширення кореневої губки в сосняках були підібрані критерії проведення обробки пеньків біопрепаратами при здійсненні лісогосподарських та санітарно-оздоровчих заходів (таблиця 4).

Таблиця 4

Лісогосподарські та санітарно-оздоровчі заходи у соснових насадженнях, що вимагають супутньої обробки пеньків (за результатами досліджень 2018–2021 рр.)

Вид заходу	Умови призначення обробки пеньків біоприпаратами
прибирання захаращеності	при вибірці не менше 20% фізіологічно-живої деревини (свіжий бурелом, вітровал, сніголам) від вирубаного запасу
вибіркові та суцільні санітарні рубки	постійно
прочистка, прорідження, прохідна рубка	при призначенні в рубку не менше 20% сосни від запасу, що вирубується

За результатами наших досліджень було встановлено, що найкращі показники в якості агента біологічного захисту, був відзначений у сапротрофний дереворуйнівний гриб *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jülich, на основі якого розроблені та успішно застосовуються в країнах Західної Європи препарати Rotstop (Фінляндія), PG-Suspension (Великобританія). З метою скринінгу штамів *Ph. gigantea*, перспективних розробок вітчизняного біопрепарату, в лабораторних умовах вивчили властивості 46 ізолятів антагоніста, відібраних у різних лісогосподарських підприємствах Київського та Житомирського ОУЛМГ, що знаходяться в зоні Центрального Полісся. Для подальшого тестування у виробничих умовах взято 8 штамів гриба, що володіють високими показниками швидкості лінійного зростання, інтенсивності споруутворення, антагоністичної активності до *Heterobasidion annosum* (таблиця 5). Всі штами, що тестувались, показали здатність розкласти деревину пеньків сосни звичайної. Успішність інокуляції пеньків залежить від індивідуальних особливостей антагоніста, термінів та способу обробки. Кращу приживаність на природному субстраті показали штами PG 10.10.2 (сапрофітовано 76,0–92,6% пеньків) та PG 10.8.3 (сапрофітовано 55,6–84,6% пеньків). Дані штами також мають високу дереворуйнівну активність (в лабораторних умовах втрата маси зразків деревини сосни звичайної склала 36,6 і 44,7% відповідно) і можуть бути рекомендовані для розробки на їх основі біологічного препарату.

Таблиця 5

**Характеристика біологічних властивостей штамів *Phlebiopsis gigantea*,
відібраних для тестування у виробничих умовах
(лабораторні досліді, 2018–2021 рр.)**

Код штама	Середньодобова швидкість лінійного росту міцелію, мм/добу	Інтенсивність споруутворення, млн. шт./см ²	Антогоністична активність до збудника <i>Heterobasidion annosum</i>	
			ширина зони наростання, мм	швидкість наростання, мм/добу
PG 10.6.2	8,29 ± 0,36	33,58 ± 9,99	12,11 ± 8,62	0,63 ± 0,14
PG 10.7.1	7,90 ± 0,20	61,38 ± 9,60	11,44 ± 5,87	0,74 ± 0,36
PG 10.8.3	7,58 ± 0,72	40,61 ± 7,28	14,56 ± 9,70	0,90 ± 0,58
PG 10.10.2	8,16 ± 0,27	40,12 ± 7,35	9,11 ± 1,72	0,36 ± 0,09
PG 11.3.1	8,29 ± 0,31	24,80 ± 1,54	8,44 ± 4,56	0,48 ± 0,19
PG 11.5.1	9,61 ± 0,25	6,66 ± 1,89	14,39 ± 4,90	0,84 ± 0,11
PG 11.13.1	8,16 ± 0,31	18,07 ± 4,35	13,28 ± 4,76	0,70 ± 0,41
PG 11.15.3	9,50 ± 0,36	6,16 ± 1,44	8,22 ± 2,76	0,40 ± 0,13
НІР ₀₀₅	0,24	0,26	0,32	0,27

Найбільш результативною виявилась обробка свіжих (давність рубки – не більше 7 діб) поверхонь пеньків з подальшим прикриттям тирси дисковими культиваторами (85,6%), а також без прикриття (83,6%) (таблиця 6). Завдяки своїй простоті, обробка свіжих пеньків без прикриття може бути рекомендована для застосування в лісовому господарстві зони Центрального Полісся України.

Таблиця 6

Ефективність обробки деревини пеньків сосни звичайної на зрубках штамами *Phlebiopsis gigantea* залежно від способу обробки (виробничі дослідження в умовах ДП «Житомирське ЛГ», ДП «Зарічанське ЛГ», ДП «Боярське ЛГ», ДП «Бородянське ЛГ», ДП «Овруцьке ЛГ» протягом 2018–2020 рр.)

Варіант проведення обробки пеньків	Середня ефективність обробки пеньків, %
старі (більше 7 діб) поверхні пеньків без прикриття	63,1 ± 7,8
свіжі (менше 7 діб) поверхні пеньків без прикриття	83,6 ± 7,4
свіжі поверхні пеньків, прикриті мохом або підстилкою	75,4 ± 9,0
свіжі поверхні пеньків, прикриті дисковими культиваторами тирсою та порубковими залишками	85,6 ± 5,7
НІР ₀₀₅	0,22

На контрольних варіантах, де обробка пеньків дослідним інокулятом не проводилась, також спостерігалось масове утворення плодових тіл *Phlebiopsis gigantea*, яке поступово знижувалося по мірі віддалення від дослідних ділянок. З відривом 145 м кількість сапрофітованих пеньків становила 23,9%, але в відстані 196 м – 6,1%. Також змінювалось і середнє покриття поверхні пенька плодовими тілами антагоніста (від 50,8% біля дослідної ділянки до 0,3% на відстані 196 м). Отже, весняні рубки із внесенням *Phlebiopsis gigantea* дозволяють антагоністу не тільки сапрофітувати оброблений деревний субстрат, але і сприяє його активному поширенню в насадженні сосни звичайної завдяки інтенсивному спороутворенню швидкозростаючих плодових тіл. На основі відібраного штаму Ph. gigantea PG 10.8.3 на сьогоднішній день здійснюється розробка технології виробництва біологічного препарату на базі Інституту мікробіології і вірусології НАН України.

Обговорення отриманих результатів. При проведенні досліджень патологічного процесу збудника кореневої губки сосни звичайної та ситевої гнилі, нами встановлено закономірності значного поширення збудника як кореневої губки сосни звичайної, так і ситевої гнилі. Зокрема, в результаті проведеного аналізу нами встановлено, що площа вогнищ ситевої гнилі у соснових лісах Центрального Полісся України становить 5,2% площі сосняків. Це говорить про те, що ареал поширення хвороби зростає при просуванні з Півночі на Південь, досягаючи найбільшого значення в центральній та південній частинах з відповідним показником ураження соснових деревостанів 6,0–7,8%. При оцінці механічних властивостей деревини насаджень сосни звичайної, що були протягом 2–3 років уражені збудниками кореневої губки сосни звичайної, а також збудником ситевої гнилі ми встановили закономірність, що із збільшенням віку патологічного відпаду сосни звичайної у вогнищах всихання, відбувається зміна міцнісних та експлуатаційних властивостей деревини та якості одержуваних лісоматеріалів. Зокрема прослідковується закономірність, що через 3 роки щільність деревини сухостою знижується на 12,2%, твердість – на 4,1%, міцність – на 20,3% порівняно зі здоровою. Проте, через рік після всихання, вихід сортової деревини скорочується на 14,8%, через 2 роки – на 82,6%, через 3 роки – на 86,4%, через 4 роки – на 100%. Відповідно знижується вартість одержуваних лісоматеріалів у середньому на 20,6% з 1-річного сухостою, на 69,2% – з 2-річного, на 75% – з 3-річного. Крім цього слід зазначити, що для проведення більш глибокої і точної оцінки матеріального збитку, заподіяного дією збудників кореневої губки сосни звичайної та ситевої гнилі необхідно було вдосконалити формулу розрахунку щорічної шкоди від патологічної дії цих збудників. Вона враховує втрати вартості лісової продукції, витрати на проведення лісозахисних і лісовідновлювальних заходів, втрачений

прибуток від зниження виходу цінної деревини до рубки. Згідно з проведеними розрахунками, величина щорічного збитку коливається від 65,78 до 2973,51 грн./га в залежності від лісорослинного району і в цілому по Центральному Поліссю становить 21,8 млн. грн. (У цінах на 01.10.2018).

Висновки. В результаті проведених досліджень нами виявлено зв'язок поширення хвороби з віком і лісорослинними умовами насаджень сосни звичайної, зокрема: найчастіше вогнища зустрічаються в середньовікових сосняках (6,2%), що ростуть в брусничниках (5,8%), мохових (4,8%) і вересових (2,6%) типах лісу. Ми довели, що масове куртинне всихання сосни відбувається і в раніше стійких насадженнях природного походження, де формується від 15,0 до 40,7% вогнищ хвороби.

Встановлено, що у великих діючих та згасаючих осередках кореневої губки в процесі всихання дерев беруть участь кілька груп вегетативно сумісних ізолятів *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., що займають різне положення у межах куртини і охоплюють неоднакові площі, тоді як у виникаючих і невеликих осередках, поширена одна група вегетативно сумісних ізолятів. Таким чином, вивчення популяційної структури патогену в уражених сосняках дозволило зробити нам висновок, що інфекційний процес у куртині всихання ініціюється особиною *Heterobasidion annosum*, патогенність і дереворуйнівна активність ізолятів якої відповідно вище на 35,7 і 33,6%, ніж у ізолятів де сформоване вогнище. Ініціюючі особини сапрофітують 18,0 ± 11,0 корневих систем дерев сосни звичайної і займають площу 67,7 ± 23,9 м², у той час як інші (вторинні) особини сапрофітують від 2,3 ± 1,2 корневих систем, що знаходяться на площі 107 ± 43 м².

На підставі проведених лабораторних та виробничих досліджень в умовах лісгосподарських підприємств зони Центрального Полісся України з метою розробки біологічного препарату, ефективного у захисті соснових насаджень від кореневої губки, нами відібрано штами *Phlebiopsis gigantea* PG 10.8.3 і PG 10.10.2, що мають високу швидкість лінійного зростання (7,6 і 8,2 мм/добу відповідно), володіють достатньою інтенсивністю спороутворення (40,6 і 40,1 млн. спор/см² поживного середовища), антагоністичною активністю (ширина зони наростання антагоніста на колонії патогену – 14,6 та 9,1 мм, швидкість наростання – 0,9 та 0,4 мм/добу) на агаризованому живильному середовищі, здатністю швидко руйнувати деревину сосни (на 44,7 і 36,6% за 90 діб.) і сапрофітувати свіжі поверхні пеньків сосни після проведення рубок догляду (приживання становить 74,4 і 82,1% відповідно). В перспективі є необхідність проводити подальші дослідження по застосуванню біопрепаратів на основі *Phlebiopsis Gigantea*, що дозволить знизити первинне зараження свіжих пеньків спорами гриба *Heterobasidion annosum*, запобігати поширенню інфекції

по корневих системах зрубаних дерев за рахунок колонізації і швидкого розкладання деревини грибом-антагоністом.

References

1. Aparyn B. F. (2007). Veryfykatsiya «Klasyfykatsyy y dyahnostyky pochv Ukrainy» po kolleksyyi pochvennykh monolytov Tsentralnoho muzeia pochvovedeniya um. V. V. Dokuchaeva. Kyev, Naukova dumka, 531. [in English].
2. Artiukhovskiy A. K. (1996). O vyrashchyvanuy sosny na staropakhotnh zemliakh. Kyev. Naukova dumka [in Ukrainian].
3. Evdokymov V. N. (1987). Osobennosti radyalnoho pryrosta ely y vlyiane na neho kornevoi hubky. Kyev. Naukova dumka [in English].
4. Korotkov M. Y. (2004). Klasyfykatsyy y dyahnostyky pochv Ukrainy. Kharkov. Znanyia [in Ukrainian].
5. Korotkov Y. A. (1994). Lesorastytelnoe raionirovanye Ukrainy y respublik byvsheho SSSR. Khrkov. Lyby [in English].
6. Lebedev A. V. (2000). Patolohiya derevev v raznykh typakh lesa. Omsk. Kalvaryia [in English].
7. Lebedev A. V. (1999). Patolohiya derevev sosny obyknovennoi v drevostoiakh raznoho vozrasta. Poltava. Znannia [in English].
8. Levchenko V. B., Shulga I. V., Nemerytska L. V., Zhuravska I. A., Romanyuk A. A. (2021). Organization and monitoring of forest pests with the use of pheromones in the cjnditions of the state enterprise «ZARICHANSKE FORESTRY». <https://doi.org/10.26886/2414-634>.
9. Levchenko V. B., Shulga I. V., Ivanyk I. D., Budnik I. P., Korkulenko A. M., Ganzhalyuk T. S. (2021). Restoration of forests in the territories passed by large-forest forest fire in conditions of the state enterprise «Ovrutske Forestry». <https://doi.org/10.26886/2414-634>.
10. Levchenko V. B., Shulga I. V., Ivanyk I. D., Romanyuk A. A., Rusetskaya N. M. (2022). Innovative forest and biologikalmetods of entomological monitoring of trumpet pest in the conditions of the Pergan nature cjnservation research department of Poliska nature reserve. <https://doi.org/10.26886/2520-7474>.
11. Linderholm H. W. Climatic influence on scots pine growth on dry and wet soils in the central Scandinavian mountains, interpreted from tree-ring widths. *Silva. Fenn* [in English].
12. Manaenkov A. S. (1996). Problemy zashchyty sosniakov Severa Ukrainy. Uman. Lesokhoziaistvennaia ynformatsyia [in English].
13. Pavlov Y. N. (2008). Zakonomernosti obrazovanyia ochahov Heterobasidion annosum (Fr.) Bref. s. str. v heohrafycheskykh kulturakh sosny obyknovennoi v severnykh raionakh Ukrainy. Vynnytsa. Lesnaia promyshlennost [in Ukrainian].
14. Pohrebniak P. S. (1968). Obsheche lesovodstvo. Moskva. Kolos [in English].
15. Romanovskiy M. H. Produktyvnost, ustoichyvost y byoraznoobrazye ravnynnykh lesov Ukrainy y Belarusyy. Mynsk. MHUL [in English].
16. Cherubini P. (2002). Treelife history prior to death: Two fungal root pathogens affect tree-ring growth differently. *Hannofer. Ecol* [in English].
17. Erbilgin N. (2003). Spatial analysis of forest gaps resulting from bark beetle colonization of red pines experienc-ing belowground herbivory and infection. *Ren. Forest* [in English].
18. Heinsdorf D. (1998). Heterobasidion annosum. Schaden in Kiefernstangenh Holzern auf Kippsubstraten durch den Pilz Heterobasidion annosum. Bremen. AFZ/Wald [in English].
19. Heydeck P. (2000). Bedeutung des Wurzelschwammes im nordost-deutschen. Tiefland. AFZ/Wald [in English].
20. Kozlowski T. (1997). Growth Controle in Woody Plants. Bonn. Academic Press [in English].
21. Nobles M. K. (2019). Identification of cultures of wood – in habiting Hymenomycetes. Frankfurt, Rill, 139. [in English].

22. Schonhar S. (2002). Bekämpfung der Rotfaule bei Fichte. Dortmund. AFZ/Wald [in English].
23. Shtukin S. S. (1997). Changes in proportion of pine trees affected by root rots in cultivated stands. Munhen. ARTF [in English].
24. Whitney R. D. (2002). Relation ship of root rot to black spruce windfall and mortality following strip clearcutting. Henn. Forest [in English].

V. B. Levchenko¹, M. S. Karpovych¹, M. V. Tkachenko²

¹*Malyny Vocational College, v. Hamarnya of Zhytomyr region, Ukraine*

²*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

PATHOGENESIS OF *HETEROBASIDION ANNOSUM* (FR.) BREF. AND MONITORING OF SCOTS PINE NET ROT IN CONDITIONS CENTRAL POLISSIA OF UKRAINE

The topical issues of damage to Scots pine plantations by causative agents of root fungus and root rot in the conditions of forestry enterprises in Kyiv and Zhytomyr regions have been clarified. The description of the biological and morphological features of root fungus and root rot pathogens their virulence and the nature of the damage to pine stands in the conditions of Kyiv and Zhytomyr Polissia were analyzed. In the course of the research, the pathological processes of root fungus and root rot pathogens were studied. Special attention in the article was drawn to the morphological changes of the causative agent of the root fungus of Scots pine, which has become widespread on old arable lands under the conditions of the State Forestry Enterprises of Kyiv and Zhytomyr Polissia. Focused attention on the synergistic effect of the causative agent of the root fungus of Scots pine in relation to the pathological process of net rot in pine stands. It has been established that the causative agent of the root fungus of common pine, as well as net rot affects forest plantations at the age of 15-25 years. It has been proven that changes in climatic conditions, warming of the winter period, and a decrease in the amount of precipitation during the growing season significantly increase the intensity of the pathological process of pathogens of the root fungus and root rot of Scots pine, which is a source of epiphytotia in the conditions of the Central Polissia. The pathology of the causative agents of root fungus and net rot of Scots pine was studied, as well as the influence of different types of soil and changes. in climatic conditions on the spread of infection of these causative agents in the forest edatopes of the Central Polissia. It was established that the main methods of conducting research on the study of the pathological process of the root sponge of common pine and silk rot are computational and analytical methods for collecting and processing the results of phytopathological examination of pine plantations, different types soils on the spread of the causative agent of root of the Central Polissia.

Key words: *causative agent, disease, forest, sponge, rot.*

РОЗВИТОК БІОЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ДЕКАРБОНІЗАЦІЮ ВІТЧИЗНЯНОЇ ЕКОНОМІКИ

Проаналізувати структуру викидів парникових газів та визначити роль галузі біоенергетики у досягненні цілей України на шляху до побудови низьковуглецевої економіки. У процесі виконання досліджень використовувалися загальнонаукові методи: аналіз і синтез, індукції й дедуції, абстрагування і конкретизації, аналогій та моделювання. За результатами досліджень відмічено, що за останні 55 років світові обсяги споживання енергії зросли майже у 4 рази, водночас лише 15,7 % енергії виробляється за низьковуглецевими технологіями. Це призвело до зростання викидів вуглекислого газу більш ніж у тричі (з 11,3 млрд т у 1965 році до 36,5 млрд т у 2019 році), при цьому галузі енергетики та сільського господарства продукують 91,6 % усіх викидів. Україна імпортує щорічно енергоресурсів на суму близько 15 млрд \$, тому розвиток відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) сприятиме укріпленню енергетичної, економічної і політичної безпеки нашої держави. Серед ВДЕ в Україні найбільш поширеними є біологічні види палива, частка яких у кінцевому енергоспоживанні становить 4,5 %. Отже, перехід до кліматично нейтральної економіки, який Україна зобов'язалась здійснити до 2060 року має супроводжуватись активним розвитком галузі біоенергетики. Аналіз світових та вітчизняних стратегій засвідчує пріоритетність розвитку галузі відновлювальних джерел енергії, що є найбільш дієвим чинником для пом'якшення негативних змін клімату. Водночас враховуючи низьку маневреність електрогенерації та високу залежність від погодних умов повний перехід на виробництво електроенергії з ВДЕ пов'язаний зі значними проблемами. З огляду на це для України більш прийнятним є стратегія, спрямована на розвиток рідкого та газоподібного біопалива, виготовленого з біоенергетичних культур і твердого палива – за рахунок лісогосподарської діяльності та розвитку плантаційного вирощування деревної енергетичної біомаси на деградованих і малопродуктивних землях.

Ключові слова: біопаливо, кліматична угода, європейський зелений курс, парникові гази, вуглекислий газ, низьковуглецева економіка, відновлювальні джерела енергії, скорочення викидів.

Вступ. Розвиток людської цивілізації супроводжується постійним зростанням споживання енергетичних ресурсів. Так впродовж останніх 55 років світові обсяги споживання енергії зросли майже у 4 рази, з 43 тис.ТВт-год у

¹Роїк Микола Володимирович, д-р с.- г. наук, професор, академік НААН, директор. E-mail: roiuknok@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-7221-6247>;

¹Ганженко Олександр Миколайович, д-р с.- г. наук, с.н.с., зав. відділом. E-mail: ganzhenko74@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8118-1645>;

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

1965 році до 162 тис.ТВт-год у 2019 році, при цьому споживання нафтопродуктів за цей час зросло у 3 рази, вугілля – у 2,7 рази, природного газу – у 6,2 рази (рис. 1).

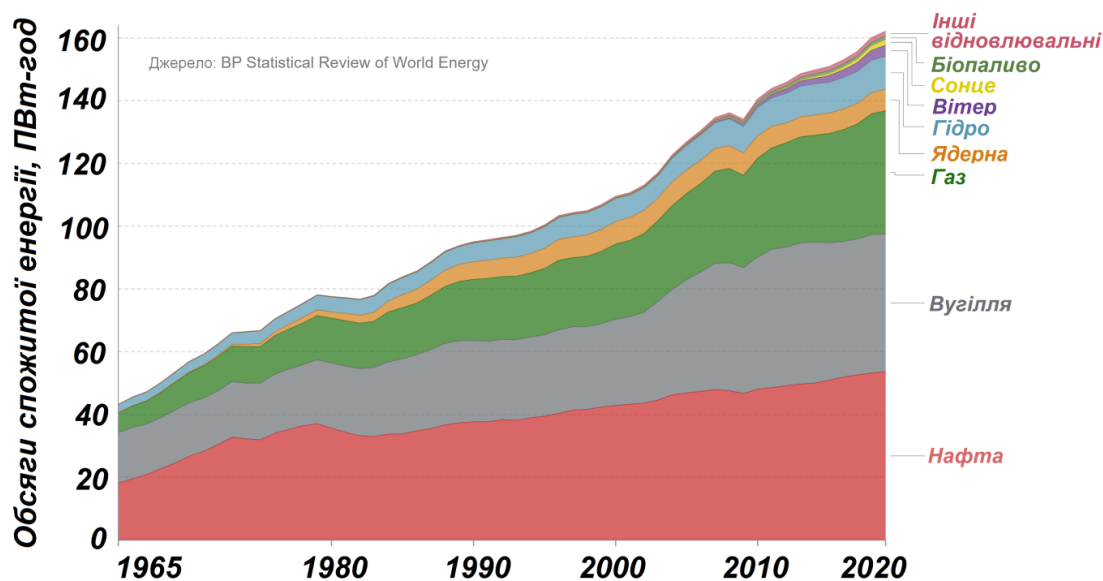


Рис. 1. Динаміка та структура світового споживання енергії [3]

Станом на 2019 рік 84,3 % енергії в світі виробляється з викопних видів палива: нафти (33,1 %), вугілля (27,0 %) та природного газу (24,2 %) і лише 15,7 % – це енергія, вироблена за низьковуглецевими технологіями: атомна (4,3 %), гідроелектростанції (6,5 %) та відновлювальні джерела енергії (5 %) [1–5].

Таке інтенсивне використання викопних джерел енергії впродовж останніх 55 років призвело до зростання викидів парникових газів (ПГ) в атмосферу Землі більш ніж у тричі. Так, якщо у 1965 році емісія вуглекислого газу від спалювання викопних енергоносіїв становила 11,3 млрд т, то за 2019 рік в атмосферу потрапило 36,5 млрд т CO₂. Це призвело до зростання концентрації вуглекислого газу в атмосфері Землі, що стало причиною глобальних змін клімату, головним індикатором яких є зростання середньої температури повітря на планеті [6–8].

Мета досліджень. Проаналізувати структуру викидів парникових газів та визначити роль галузі біоенергетики у досягненні цілей України на шляху до побудови низьковуглецевої економіки.

Матеріали та методи досліджень. Структурно-функціональний підхід: збір, аналіз і синтез інформаційної бази даних про розвиток відновлювальних джерел енергії в Україні та закордоном, системний і порівняльний аналіз цілей, які Україна зобов’язалась досягти для переходу на низьковуглецеву економіку. У процесі виконання досліджень використовувалися загальнонаукові методи:

аналіз і синтез, індукції й дедукції, абстрагування і конкретизації, аналогій та моделювання.

Результати досліджень. Проаналізувавши структуру світових викидів парникових газів за галузями виробництва можна зробити висновок, що майже три чверті викидів генерується в галузі енергетики, майже п'ята частина – в галузі сільськогосподарського виробництва, а решта 8,4 % – у промисловості та з відходів (рис. 2). Цілий ряд галузей та процесів сприяють глобальним викидам, тому немає єдиного або простого рішення для боротьби зі зміною клімату.

Зосередження лише на електроенергії, транспорті, продуктах харчування або вирубці лісів є недостатнім. Навіть якщо повністю вдасться декарбонізувати виробництво електроенергії, потрібно буде електрифікувати опалювальний сектор та автомобільний транспорт, крім того залишилися б викиди від судноплавства та авіації, для вирішення яких ще відсутні низьковуглецеві технології [9-12].

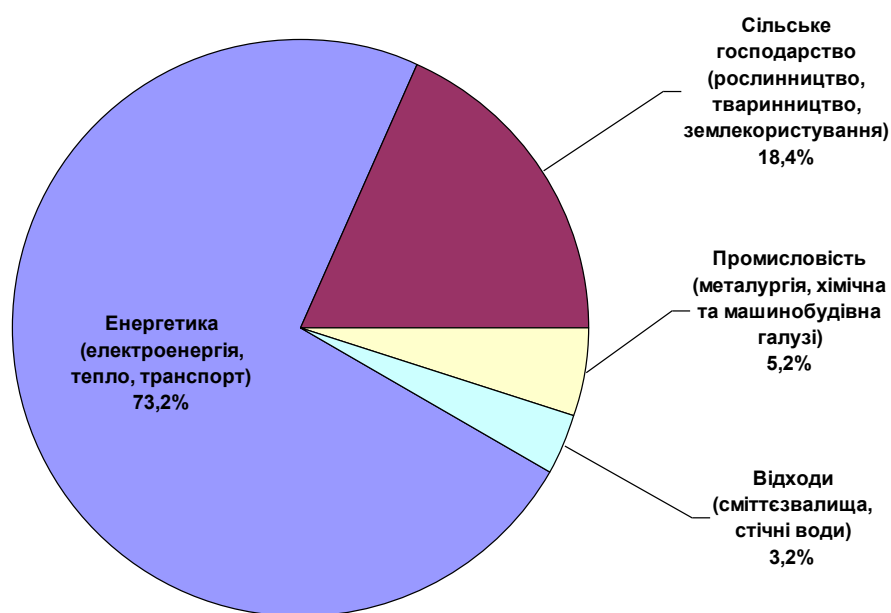


Рис. 2. Структура викидів вуглекислого газу за галузями [12]

Отже, для побудови кліматично нейтральної економіки потрібні системний підхід та інновації у багатьох секторах економіки, особливо в енергетичній сфері та агропромисловому комплексі.

З огляду на це заміна викопних видів палива на відновлювальні джерела енергії (ВДЕ) є першим і найбільш дієвим кроком на шляху до вуглецевонейтральної економіки, яка має бути досягнута до кінця поточного століття. Однак на сьогодні частка відновлювальних джерел енергії в структурі загального енергоспоживання становить у світі лише 11,4 %, а у країнах європейського

континенту – 16,5 % [13]. Світовими лідерами в сфері виробництва і використання ВДЕ є Ісландія, Норвегія та Швеція, в яких понад 60 відсотків енергії виробляється з відновлювальних джерел (рис. 4). В Україні частка ВДЕ становить лише 6,6 % від загальних обсягів постачання первинної енергії [14], що значно менше порівняно з іншими європейськими країнами.

Отже, на шляху до євроінтеграції та для побудови низьковуглецевої економіки Україні необхідно більше уваги приділяти розвитку відновлювальних джерел енергії, зокрема біоенергетиці.

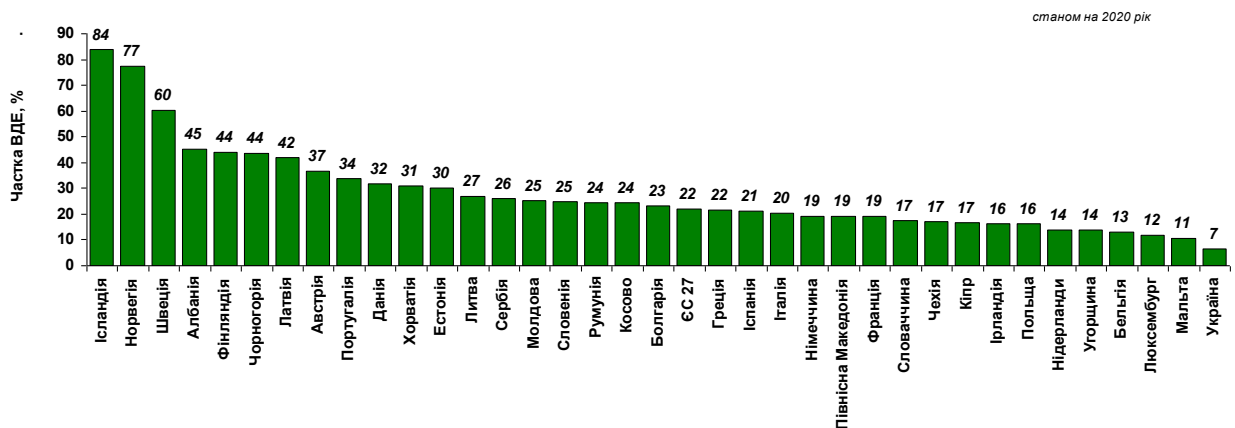


Рис. 1.4. Частка відновлювальних джерел енергії в структурі енергоспоживання різних європейських країн [13].

Пошук шляхів виробництва і використання ВДЕ є одним із пріоритетів світової економіки. Підтвердженням цього слугує підписання 195 країнами (включаючи Україну) нової Кліматичної Угоди, яка передбачає уповільнення темпів зростання середньорічної температури, за рахунок зменшення викидів парникових газів у другій половині ХХІ століття до рівня, який екосистема нашої планети здатна переробляти без шкоди для себе. Нова кліматична угода не містить конкретних кількісних зобов'язань щодо скорочення викидів парникових газів чи зменшення використання викопних палив. Натомість у ній передбачено рамкову ціль щодо обмеження підвищення глобальної температури нижче 2, а бажано 1.5 °С у порівнянні із до індустріальним рівнем [15–23].

Кожна з країн-учасниць угоди самостійно вирішує, які механізми потрібні для досягнення поставлених цілей, водночас кожні п'ять років країни подають національно визначені внески, де зазначають свої індивідуальні кількісні зобов'язання щодо скорочення викидів [24]. Зокрема США заявили про скорочення викидів парникових газів на 50 - 52 % до 2030 року порівняно з рівнем 2005 року [25], Японія зобов'язалася скоротити вдвічі викиди до 2030 року (від рівня 2005 року) [26]. Індія до 2030 року планує ввести 450 ГВт потужностей ВДЕ [26]. Країни Європейського Союзу зобов'язались на 55 %

зменшити викиди парникових газів до 2030 року, а Великобританія – на 78 % до 2035 року (від рівня 1990 року) [27]. Враховуючи великі площі вічної мерзлоти Росія береться здійснювати моніторинг за викидами метану [26]. Китай задекларував поступове скорочення кількості вугільних ТЕС та відмову від вугілля.

У грудні 2019 року Європейська Комісія прийняла Європейський зелений курс (ЄЗК) – комплекс заходів, який визначає політику ЄС на найближчі роки у таких сферах як клімат, енергетика, біорізноманіття, промислова політика, торгівля тощо [28-38]. Основна мета цього курсу – сталий зелений перехід Європи до кліматично-нейтрального континенту до 2050 року. На сьогодні Європейська Комісія підготувала пропозицію щодо регламенту «Європейський кліматичний закон» [39], яким на рівні законодавства ЄС пропонує закріпити цілі та шляхи досягнення кліматичної нейтральності ЄС до 2050 року. Водночас ЄЗК вимагає перегляду чинних кліматичних цілей ЄС до 2030 року, які стають проміжними для Європейського зеленого курсу, – підвищити скорочення викидів ПГ з 40 % до 50 - 55 % (у порівнянні з 1990 роком), та відповідних політик та інструментів, необхідних для їх досягнення. Крім того Європейська Комісія пропонує запровадити заходи карбонового протекціонізму [40] виробників ЄС через механізм карбонового коригування імпорту (carbon border adjustment mechanism).

Таким чином, світова спільнота, як ніколи раніше занепокоєна негативними екологічними тенденціями, спричиненими, в першу чергу, інтенсивним використанням викопних видів палива та об'єднує зусилля для їх подолання. З огляду на це розвиток біоенергетики, як складової частини ВДЕ, є необхідною передумовою для вирішення глобальних викликів пов'язаних зі зміною клімату.

Україна не забезпечена у достатній кількості власними викопними джерелами енергії і змушена імпортувати значні обсяги енергоресурсів, на що витрачає близько 15 млрд \$ щорічно [41]. Тому розвиток відновлювальної енергетики сприятиме укріпленню енергетичної, економічної і політичної безпеки нашої держави. Серед відновлювальних джерел енергії в Україні найбільшого розвитку набуло виробництво і використання біологічних видів палива, частка яких у кінцевому енергоспоживанні становить 6,6 % [14].

Отже, розвиток виробництва біоенергетичних культур дозволить зменшити залежність України від імпортних енергоносіїв та сприятиме створенню сталої сировинної бази для виробництва різних видів біопалива.

Цілі України щодо розвитку ВДЕ встановлені у ключових стратегічних документах. Енергетична стратегія України до 2035 року (Розпорядження КМУ №605-р від 18.08.2017 р.) передбачає розширення використання різних видів

відновлюваної енергетики, що стане одним з інструментів гарантування енергетичної безпеки нашої держави [42]. У коротко- та середньостроковому горизонті (до 2025 року) стратегія прогнозує зростання частки альтернативної енергетики до рівня 12 % від загального постачання первинної енергії та не менше 25 % – до 2030 року (табл. 1).

Таблиця 1

Цілі України щодо сприяння розвитку ВДЕ

Документ	2025 р.	2030 р.	2035 р.	2060 р.
Енергетична стратегія України до 2035 року	12 % усієї енергії з ВДЕ	25 % усієї енергії з ВДЕ	11,5 % усієї енергії з біомаси	-
Національна економічна стратегія до 2030 року	-	25 % електроенергії з ВДЕ	-	-
Національний внесок до Парижської Кліматичної Угоди	-	30 % електроенергії з ВДЕ	-	Побудова кліматично нейтральної економіки
	-	Скорочення викидів ПГ до 35 % від рівня 1990 р.	-	

Водночас енергетична стратегія передбачає зростання сектору біоенергетики, який використовує тверде біопаливо та біогаз як енергоресурс, що забезпечить з одного боку відносну сталість виробництва біопалив, за наявності достатньої ресурсної бази, з іншого – створить передумови для формування генеруючих потужностей на місцевому рівні. Пріоритет буде надаватися одночасній генерації теплової та електричної енергії у когенераційних установках, а також заміщенню вуглеводневих викопних видів палива. Передбачається, що до 2035 року біоенергетична галузь постачатиме 11 млн т н.е. біопалива, що становитиме 11,5 % в структурі загального постачання первинної енергії [42]. Енергетична стратегія передбачає збільшення використання біомаси у виробництві електро- та теплоенергії за рахунок створення конкурентних ринків біопалива, стимулювання використання біомаси як палива підприємствами, на яких біомаса є залишковим продуктом, а також інформування щодо можливостей використання біомаси як палива в індивідуальному тепlopостачанні.

Одним із основних орієнтирів економіки України згідно Національної економічної стратегії до 2030 року (Постанова КМУ №179 від 03 березня 2021 р.) є декарбонізація економіки, підвищення енергоефективності, розвиток відновлюваних джерел енергії, розвиток циркулярної економіки за принципами сталого розвитку та синхронізація з цілями “Європейський зелений курс”. У стратегії передбачається сформуванню частку генерації електроенергії з ВДЕ на рівні 25 % у загальному балансі, водночас планується залучити 10 млрд \$ інвестицій у відновлювальну енергетику [43]. Разом з тим відмічається, що електрогенеруючі потужності з використанням відновлюваних джерел енергії характеризуються низькою маневреністю та високою залежністю від погодних умов. Це знижує можливості прогнозування попиту та пропозиції на ринку електроенергії. Водночас, окрім зниження рівня маневреності системи електрогенерації, збільшення частки ВДЕ призвело до появи технологічних викликів, пов’язаних з необхідністю балансування системи в певні періоди часу, а також до обмеження частки ВДЕ у виробництві електроенергії, що призводить до перевиробництва енергії та ускладнює або взагалі унеможливорює подальше підключення потужностей ВДЕ за поточних умов. Паралельно розглядається можливість використання залишку енергії для виробництва біоводню з метою подальшого його експорту до ЄС.

У Звіті з оцінки відповідності (достатності) генеруючих потужностей для покриття прогнозованого попиту на електричну енергію та забезпечення необхідного резерву у 2020 році (Постанова КМУ №975 від 16.06.2021 р.) відмічається, що найбільш вагомим чинником трансформації умов функціонування об’єднаної електроенергетичної системи України на сьогодні є швидке впровадження електричних станцій з негарантованою потужністю з відновлювальних джерел енергії, що не супроводжуються паралельним вводом регулюючих потужностей з відповідними характеристиками та обсягами. Навіть в умовах зразкової роботи ринку допоміжних послуг забезпечення необхідних обсягів резервів на наявному працюючому обладнанні є неможливим. Тому, наразі, майже щодня порушуються вимоги до забезпечення необхідних обсягів резервів. Водночас звіт передбачає зростання частки ВДЕ (включаючи гідроелектростанції) до 2030 року до 20 % за базовим сценарієм та до 16,4 % – за цільовим сценарієм [44].

Згідно оновленого національного визначеного внеску України до Паризької Кліматичної Угоди частка ВДЕ (включаючи великі ГЕС та ГАЕС) у виробництві електроенергії до 2030 року має становити 30 %. Водночас передбачається, що обсяг викидів парникових газів в Україні до 2030 року не перевищуватиме 35 % від рівня 1990 року, а повної кліматичної нейтральності заплановано досягти не пізніше 2060 року [45].

Як уже зазначалось, згідно Національної економічної стратегії до 2030 року до основних орієнтирів економіки України відносяться декарбонізація економіки та розвиток відновлюваних джерел енергії. У цьому сенсі важливе значення має реалізація екологічної ініціативи «Масштабне заліснення України», відповідно до указу Президента України №228/2021, яка сприятиме збільшенню поглинання та утримання вуглецю лісами, що передбачено Дорожньою картою кліматичних цілей України до 2030 року для імплементації Європейського Зеленого Курсу (European Green Deal). Ініційований проект «Зелена країна», спрямований на збереження і відтворення лісового фонду України, є логічним продовженням Указу Президента України №722/2019 «Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року», в якому передбачено раціональне лісокористування, боротьбу з опустелюванням та деградацією земель.

Середня залісненість території України становить 15,7%, що є одним з найнижчих показників у Європі. Для досягнення оптимального рівня заліснення в Україні необхідно висадити понад 2,2 млн. га лісів, що дозволить підняти середню залісненість до 19,5%. При цьому, частину лісових масивів та полезахисних лісосмуг доцільно сформувати на малопродуктивних та деградованих землях з швидкорослих деревних рослин, таких як верба, тополя, акація, павловнія тощо, що дозволить в короткий час сформувати значні площі деревних культур.

Насадження швидкорослих деревних культур здійснюватимуть поглинання і утримання вуглецю, а вирощена біомаса буде використовуватись для виробництва різних видів біопалива, що сприятиме розвитку ВДЕ. Таким чином досягається чотири цілі: 1 – створення плантацій деревних рослин, які виконують функції лісів; 2 – відновлення родючості малопродуктивних та деградованих земель; 3 – поновлення полезахисних лісових смуг; 4 – формування сировинної бази для розвитку відновлювальних джерел енергії.

Висновки. Аналіз світових та вітчизняних стратегій засвідчує пріоритетність розвитку галузі відновлювальних джерел енергії, що є найбільш дієвим чинником для пом'якшення негативних змін клімату. Водночас враховуючи низьку маневреність електрогенерації та високу залежність від погодних умов повний перехід на виробництво електроенергії з ВДЕ пов'язаний зі значними проблемами. Для побудови кліматично нейтральної економіки потрібні системний підхід та інновації у багатьох секторах економіки, особливо в енергетичній сфері та агропромисловому комплексі. З огляду на це для України більш прийнятним є стратегія, спрямована на розвиток рідкого та газоподібного біопалива, виготовленого з травянистих біоенергетичних культур і твердого палива – за рахунок лісогосподарської діяльності та розвитку плантаційного вирощування деревної енергетичної біомаси на деградованих і

малопродуктивних землях. Розвиток виробництва біоенергетичних культур дозволить зменшити залежність України від імпорتنих енергоносіїв та сприятиме створенню сталої сировинної бази для виробництва різних видів біопалива.

References

1. Ahmad T., Zhang D.D. A critical review of comparative global historical energy consumption and future demand: The story told so far. *Energy Reports*. 2020. Vol. 6. P. 1973-1991. doi: 10.1016/j.egy.2020.07.020
2. Bauer N., Rose S.K., Fujimori S. et al. Global energy sector emission reductions and bioenergy use: overview of the bioenergy demand phase of the EMF-33 model comparison. *Climatic Change*. 2020. Vol. 163. Iss. 3. P. 1553-1568. doi: 10.1007/s10584-018-2226-y
3. Energy mix: what sources do we get our energy from? *Statistical Review of World Energy*. 2021. URL: ourworldindata.org/energy-mix?country=#energy-mix-what-sources-do-we-get-our-energy-from
4. Han X., Wei C. Household energy consumption: state of the art, research gaps, and future prospects. *Environment Development And Sustainability*. 2021. Vol. 23. Iss. 8. P. 12479-12504. doi: 10.1007/s10668-020-01179-x
5. Kober T., Schiffer H.W., Densing M., Panos E. Global energy perspectives to 2060-WEC's World Energy Scenarios 2019. *Energy Strategy Reviews*. 2020. Vol. 31. № 100523. doi: 10.1016/j.esr.2020.100523
6. Ahmad M., Ahmed Z., Majeed A., Huang. B. An environmental impact assessment of economic complexity and energy consumption: Does institutional quality make a difference? *Environmental Impact Assessment Review*. 2021. Vol. 89. N106603. doi:10.1016/j.eiar.2021.106603
7. CO₂ emissions. *Our World in Data*. 2021. URL: ourworldindata.org/co2-emissions
8. Solarin. S.A. An environmental impact assessment of fossil fuel subsidies in emerging and developing economies. *Environmental Impact Assessment Review*. 2020. Vol. 85. № 106443. doi:10.1016/j.eiar.2020.106443
9. Adedoyin F.F., Alola A.A., Bekun F.V. An assessment of environmental sustainability corridor: The role of economic expansion and research and development in EU countries. *Science Of The Total Environment*. 2020. Vol. 713. N136726. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.136726
10. Khan Z., Ali S., Umar M. et al. Consumption-based carbon emissions and International trade in G7 countries: The role of Environmental innovation and Renewable energy. *Science Of The Total Environment*. 2020. Vol. 730. № 138945. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.138945
11. Neves A., Godina R., Azevedo S.G., Matias J.C.O. A comprehensive review of industrial symbiosis. *Journal Of Cleaner Production*. 2019. Vol. 247. N119113. doi:10.1016/j.jclepro.2019.119113
12. Ritchie H., Roser M. Emissions by sector. *Our World in Data*. 2021. URL: ourworldindata.org/emissions-by-sector
13. Share of energy from renewable sources. Eurostat. Last update: 20-07-2021. URL: appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_ind_ren&lang=en
14. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Enerhetychnyi balans Ukrainy za 2020. *Ekspres-vypusk vid 30.11.2021 r.* [in Ukrainian].

15. Adoption of the Paris Agreement. Approved 12.12.2015. URL: unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/109r01.pdf
16. Bertoldi P., Kona A., Rivas S., Dallemand J.F. Towards a global comprehensive and transparent framework for cities and local governments enabling an effective contribution to the Paris climate agreement. *Current Opinion In Environmental Sustainability*. 2018. Vol. 30. P. 67–74. doi: 10.1016/j.cosust.2018.03.009
17. Ding Q., Khattak S.I., Ahmad M. Towards sustainable production and consumption: Assessing the impact of energy productivity and eco-innovation on consumption-based carbon dioxide emissions (CCO₂) in G-7 nations. *Sustainable Production And Consumption*. 2021. Vol. 27. P. 254–268. doi:10.1016/j.spc.2020.11.004
18. Goglio P., Williams A.G., Balta-Ozkan N., et al. Advances and challenges of life cycle assessment (LCA) of greenhouse gas removal technologies to fight climate changes. *Journal Of Cleaner Production*. 2020. Vol. 244. № 118896. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.118896
19. Gossling S., Scott D. The decarbonisation impasse: global tourism leaders' views on climate change mitigation. *Journal Of Sustainable Tourism*. 2018. Vol. 26. Iss. 12. P. 2071-2086. doi: 10.1080/09669582.2018.1529770
20. Mundaca L., Urge-Vorsatz D., Wilson C. Demand-side approaches for limiting global warming to 1.5 degrees C. *Energy Efficiency*. Vol. 2019. Vol. 12. Iss. 2. P. 343-362. doi: 10.1007/s12053-018-9722-9
21. Pittau F., Lumia G., Heeren N. et al. Retrofit as a carbon sink: The carbon storage potentials of the EU housing stock. *Journal Of Cleaner Production*. 2019. Vol. 214. P. 365-376. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.12.304
22. Teske S., Pregger T. Achieving the Paris Climate Agreement Goals Global and Regional 100% Renewable Energy Scenarios with Non-energy GHG Pathways for +1.5 degrees C and +2 degrees C Introduction. *Achieving The Paris Climate Agreement Goals: Global and Regional 100% Renewable Energy Scenarios with Non-Energy Ghg Pathways for +1.5(Degree)C and +2(Degree)C*. P. 1-4. doi: 10.1007/978-3-030-05843-2_1
23. Yi H.T., Feiock R.C., Berry F.S. Overcoming collective action barriers to energy sustainability: A longitudinal study of climate protection accord adoption by local governments. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. 2017. Vol. 79. P. 339-346. doi: 10.1016/j.rser.2017.05.071
24. Nationally determined contributions under the Paris Agreement. Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement. Third session Glasgow, 31 October to 12 November 2021. URL: unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021_08_adv_1.pdf
25. New momentum reduces emissions gap, but huge gap remains – analysis. Press release. 2021. URL: climateactiontracker.org/press/new-momentum-reduces-emissions-gap-but-huge-gap-remains-analysis/
26. Newburger E. Here's what countries pledged on climate change at Biden's global summit. CNBC. Retrieved 29 April 2021. URL: [cnbc.com/2021/04/22/biden-climate-summit-2021-what-brazil-japan-canada-others-pledged.html](https://www.cnbc.com/2021/04/22/biden-climate-summit-2021-what-brazil-japan-canada-others-pledged.html)
27. Leaders Summit Showcases Clean Energy Commitments to Tackle Global Climate Crisis. SDG knowledge hub. International Institute for Sustainable development. Retrieved 2 May 2021. URL: sdg.iisd.org/news/leaders-summit-showcases-clean-energy-commitments-to-tackle-global-climate-crisis/

28. Bremond U., Bertrandias A., Steyer J.P. et al. A vision of European biogas sector development towards 2030: Trends and challenges. *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 287. N125065. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.125065
29. Brodny J., Tutak M. The analysis of similarities between the European Union countries in terms of the level and structure of the emissions of selected gases and air pollutants into the atmosphere. *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 279. N123641. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123641
30. Chiaramonti D., Talluri G., Scarlat N., Prussi M. The challenge of forecasting the role of biofuel in EU transport decarbonisation at 2050: A meta-analysis review of published scenarios. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. 2021. Vol. 139. N110715. doi: 10.1016/j.rser.2021.110715
31. Haas T., Sander H. Decarbonizing Transport in the European Union: Emission Performance Standards and the Perspectives for a European Green Deal. *Sustainability*. 2020. Vol. 12. Iss. 20. № 8381. doi: 10.3390/su12208381
32. Kardung M., Cingiz K., Costenoble O. et al. Development of the Circular Bioeconomy: Drivers and Indicators. *Sustainability*. 2021. Vol. 13. Iss. 1. № 413. doi: 10.3390/su13010413
33. Ossewaarde M., Ossewaarde-Lowtoot R. The EU's Green Deal: A Third Alternative to Green Growth and Degrowth? *Sustainability*. 2020. Vol. 12. Iss. 23. N9825. doi: 10.3390/su12239825
34. Ronzon T., Piotrowski S., Tamosiunas S. et al. Developments of Economic Growth and Employment in Bioeconomy Sectors across the EU. *Sustainability*. 2020. Vol. 12. Iss. 11. № 4507. doi: 10.3390/su12114507
35. Scown M.W., Brady M.V., Nicholas K.A. Billions in Misspent EU Agricultural Subsidies Could Support the Sustainable Development Goals. *One Earth*. 2020. Vol. 3. Iss. 2. P. 237-250. doi: 10.1016/j.oneear.2020.07.011
36. Smol M., Marcinek P., Duda J., Szoldrowska D. Importance of Sustainable Mineral Resource Management in Implementing the Circular Economy (CE) Model and the European Green Deal Strategy. *Resources-Basel*. 2020. Vol. 9. Iss. 5. № 55. doi: 10.3390/resources9050055
37. Tsakalidis A., Gkoumas K., Pekar F. Digital Transformation Supporting Transport Decarbonisation: Technological Developments in EU-Funded Research and Innovation. *Sustainability*. 2020. Vol. 12. Iss. 9. N3762. doi: 10.3390/su12093762
38. Tsakalidis A., van Balen M., Gkoumas K., Pekar F. Catalyzing Sustainable Transport Innovation through Policy Support and Monitoring: The Case of TRIMIS and the European Green Deal. *Sustainability*. 2020. Vol. 12. Iss. 8. N3171. doi: 10.3390/su12083171
39. Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulation (EU) 2018/1999 (European Climate Law). COM(2020) 80, Brussels, 4.3.2020. URL: ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-proposal-regulation-european-climate-law-march-2020_en.pdf
40. EU Green Deal (carbon border adjustment mechanism). Proposal for a Directive. URL: ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12228-Carbon-Border-Adjustment-Mechanism
41. Holovnov S. Syrovynna ekonomika. Shcho kupovala i prodavala Ukraina v 2021 rotsi. BiznesTsenzor: URL: biz.censor.net/r3310713 [in Ukrainian].
42. Enerhetychna stratehiia Ukrainy na period do 2035 roku «Bezpeka, enerhoefektyvnist, konkurentospromozhnist». Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 18 serpnia 2017 r. № 605-r. URL: zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text [in Ukrainian].

43. Natsionalnoi ekonomichnoi stratehii do 2030 roku. Postanova KMU №179 vid 03 bereznia 2021 r. URL: zakon.rada.gov.ua/laws/show/179-2021-%D0%BF#Text).
44. Zvit z otsinky vidpovidnosti (dostatnosti) heneruiuchykh potuzhnosti dlia pokryttia prohnozovanoho popytu na elektrychnu enerhiu ta zabezpechennia neobkhidnoho rezervu u 2020 rotsi. Postanova KMU №975 vid 16.06.2021 r. URL: zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0975874-21#Text. [in Ukrainian].
45. Analitychnyi ohliad onovlenoho natsionalno vyznachenoho vnesku Ukrainy do paryzkoï uhody. 2021. 57 s. URL: cutt.ly/qQiyIIA [in Ukrainian].

M. V. Royk¹, O. M. Hanzhenko¹, Ya. D. Fuchylo²

¹*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet NAAS, Kyiv, Ukraine*

²*Malyn applied College, v. Hamarnya, Zhytomyr region, Ukraine*

DEVELOPMENT OF BIOENERGY IN UKRAINE AND ITS IMPACT ON THE DECARBONIZATION OF THE DOMESTIC ECONOMY

Analyze the structure of greenhouse gases emissions and determine the role of the bioenergy sector in achieving Ukraine's goals towards building a low-carbon economy. In the process of research, general scientific methods were used: analysis and synthesis, induction and deduction, abstraction and concretization, analogies and modeling. According to research, over the past 55 years, global energy consumption has increased almost 4 times, while only 15.7% of energy is produced by low-carbon technologies. This has led to a more than threefold increase in carbon dioxide emissions (from 11.3 billion tons in 1965 to 36.5 billion tons in 2019), with the energy and agriculture industries producing 91.6% of all emissions. Ukraine imports about \$ 15 billion a year in energy resources, so the development of renewable energy sources (RES) will help strengthen the energy, economic and political security of our country. Among RES in Ukraine, the most common are biofuels, which account for 4.5% of final energy consumption. Thus, the transition to a climate-neutral economy, which Ukraine has committed to by 2060, must be accompanied by the active development of the bioenergy sector. The analysis of global and domestic strategies shows the priority of the development of the renewable energy sector, which is the most effective factor in mitigating negative climate change. At the same time, given the low maneuverability of electricity generation and high dependence on weather conditions, the full transition to the production of electricity from RES is associated with significant problems. In view of this, a strategy aimed at the development of liquid and gaseous biofuels made from bioenergy crops is more acceptable for Ukraine and solid fuel – at the expense of forestry activities and the development of plantation cultivation of woody energy biomass on degraded and unproductive lands.

Key words: *biofuels, climate agreement, European Green Deal, greenhouse gases, carbon dioxide, low-carbon economy, renewable energy sources, emission reductions.*

ПРИРОДНЕ ВІДНОВЛЕННЯ ДУБОВИХ НАСАДЖЕНЬ В ПІВНІЧНО-СХІДНІЙ ЧАСТИНІ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Представлено результати обліків природного поновлення дуба звичайного (*Quercus robur* L.) та інших господарсько цінних порід під наметом дубових насаджень різного віку, складу та повноти у лісовому фонді ДП «Тростянецьке ЛГ», ДП «Охтирське ЛГ» та ДП «Краснопільське ЛГ» Сумського обласного управління лісового та мисливського господарства. Встановлено дуже слабе плодоношення дуба (1 бал) в 2018–2021 рр., що значною мірою вплинуло на наявність поновлення дуба звичайного під наметом досліджуваних насаджень. Результати проведених досліджень свідчать, що під наметом природних дубових насаджень різного віку, складу та повноти в умовах свіжої кленово-липової діброви кількість благонадійного підросту господарсько цінних порід становить в межах від 4,6 до 13,1 тис. шт.·га⁻¹, у тому числі дуба звичайного – від 0,1 до 1,8 тис. шт.·га⁻¹. У складі попереднього поновлення обліковано загалом шість деревних порід: дуб звичайний, ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), клени гостролистий і польовий (*Acer platanoides* L., *Acer campestre* L.), липа дрібнолиста (*Tilia cordata* Mill.) та в'яз шорсткий (*Ulmus glabra* Huds.). Виявлено, що частка дуба в складі поновлення є незначною – від 2 до 14 %, а ясена звичайного – від 17 до 52 %. Значно більшу кількість дуба обліковано під наметом насаджень з участю дуба в їх складі 7 одиниць, а ясена – 2 одиниці. Загальний фон природного поновлення формують клен гостролистий і польовий. Участь клена гостролистого у складі поновлення становить від 17 до 62 %, а клена польового – від 8 до 48 % від загальної кількості. З'ясовано, що підріст дуба звичайного, липи дрібнолистої та в'яза шорсткого характеризується груповим розміщенням на площі, клена польового – нерівномірним, а ясена звичайного і клена – рівномірним. Відмічено, що зі збільшенням віку насаджень збільшується й кількість поновлення дуба та інших господарсько цінних порід. Виявлено залежність кількості підросту господарсько цінних порід від повноти материнських насаджень. Найбільшу кількість поновлення дуба звичайного, клена польового та липи дрібнолистої обліковано під наметом дубових насаджень з повнотою 0,7, а ясена звичайного та клена гостролистого – з повнотою 0,6. Зі збільшенням повноти насаджень кількість підросту дуба та інших господарсько цінних порід зменшується. Отримані результати досліджень доцільно в подальшому враховувати під час відбору ділянок дубових насаджень із орієнтуванням на їх відновлення в майбутньому природним насінневим шляхом.

¹Румянцев Максим Григорович, канд. с.-г. наук, с.н.с., відділ лісовідновлення та захисного лісорозведення, E-mail: maxrum-89@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-2245-2441>, Scopus ID: 57209180893;

¹Кобець Олексій Володимирович, канд. с.-г. наук, с.н.с., відділ лісівництва та економіки лісового господарства, E-mail: alexei_kobec@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-0712-8827>, Scopus ID: 57202234068;

¹Ющик Віта Сергіївна, аспірантка, відділ лісовідновлення та захисного лісорозведення, E-mail: vityay2715@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2472-3882>.

Ключові слова: дуб звичайний (*Quercus robur* L.); господарсько цінні породи; плодоношення; підріст; трапляння; старовікові насадження.

Вступ. Дуб звичайний (*Quercus robur* L.) – є головною лісотвірною породою в лісах Лівобережного Лісостепу. Насадження за його участі ростуть на площі понад 284 тис. га, що становить майже половину від загальної площі вкритих лісовою рослинністю ділянок регіону [12, 13, 19, 20].

Природне відновлення дубових лісів є одним із найважливіших питань у лісовому господарстві, враховуючи їхню цінність, виконання ними важливих еколого-захисних функцій, а також забезпечення економіки країни високоякісною деревиною. Виявлення особливостей появи та успішного подальшого росту підросту, аналіз його кількісного та якісного стану дають змогу розробити відповідні заходи щодо відтворення високопродуктивних, біологічно стійких природних дубових насаджень насіннєвим шляхом, прогнозувати їхній подальший розвиток і зберегти їх генетичний потенціал [21].

Матеріал і методи дослідження. Кількісний стан підросту господарсько цінних порід вивчали впродовж 2018–2021 р. під наметом мішаних за складом дубових насаджень природного походження віком 100–160 років в умовах свіжої кленово-липової діброви у ДП «Тростянецьке ЛГ» (ПП Т-1–Т-5), ДП «Охтирське ЛГ» (ПП О-1–О-3) та ДП «Краснопільське ЛГ» (ПП К-1–К-4) Сумської області. Повтота насаджень становила від 0,6 до 0,8, участь дуба в складі першого ярусу – 6–10 одиниць (табл. 1).

Облік підросту проводили на кругових площадках (площею 10 м² кожна) за методикою УкрНДІЛГА [11]. На кожній пробній площі закладали по 30 облікових площадок. Загалом було закладено 360 облікових площадок у межах 12 пробних площ (ПП). Благонадійний підріст господарсько цінних порід розподіляли за породами, групами віку та групами висот.

Ступінь успішності природного відновлення оцінювали за шкалою УкрНДІЛГА для підросту віком 4–8 років. Під час оцінювання приймали до уваги кількість підросту в розрізі груп віку та висот, а також його трапляння – виражене у відсотках відношення кількості ділянок із його наявністю до загальної кількості закладених облікових ділянок у межах ПП. Виділено три категорії: підріст, що рівномірно розміщений на площі (трапляння понад 65 %); підріст, що нерівномірно розміщений на площі (трапляння – 40–65 %); підріст, що розміщений на площі групами (в групах не менше 10 штук дрібних або 5 штук середніх і великих благонадійних екземплярів поновлення).

Якщо наявний підріст належав до декількох груп за віком та висотою, його кількість за допомогою відповідних коефіцієнтів перераховували до групи великого віком 4–8 років [11]. Після відповідних розрахунків одержували

кількість підросту в перерахуванні на великий віком 4–8 років. Якщо кількість благонадійного підросту у віці 4–8 років становила понад 6,0 тис. шт.·га⁻¹, а його трапляння понад 65 %, то вважали, що успішність відновлення відповідає категорії «добре»; у діапазоні від 3,0 до 6,0 тис. шт.·га⁻¹ (трапляння 40–65 %) – «задовільне»; від 1,5 до 2,9 тис. шт.·га⁻¹ (трапляння 20–39 %) – «недостатнє»; менше 1,4 тис. шт.·га⁻¹ (трапляння менше 20 %) – «поганим».

Таблиця 1

Таксаційна характеристика досліджуваних дубових насаджень та кількість і склад природного поновлення в них

ПП	Лісництво	Характеристика насаджень			Кількість (тис. шт.·га ⁻¹) та склад (%) природного поновлення	
		склад	А, років	повнота	кількість	склад
Т-1	Нескучанське	10Дз+Яз	105	0,8	4,6	48Клг25Яз14Клп7Дз6Лпд
Т-2	Маківське	7Дз3Клг	111	0,8	8,8	62Клг19Клп10Взш6Дз3Лпд
Т-3	Нескучанське	6Дз2Лпд2Яз	113	0,7	6,3	52Яз23Клг13Лпд8Клп4Дз
Т-4	Тростянецьке	9Дз1Яз	151	0,6	9,0	41Клг39Яз10Клп8Дз2Лпд
Т-5	Маківське	8Дз2Яз	160	0,7	9,7	37Клп36Яз17Клг6Дз4Лпд
О-1	Олешнянське	10Дз+Клг	108	0,7	5,5	55Клг20Клп18Яз5Дз2Лпд
О-2	Олешнянське	8Дз1Лпд1Клг	128	0,8	5,8	45Клг24Яз21Клп8Лпд2Дз
О-3	Олешнянське	9Дз1Лпд	130	0,7	6,2	53Клг26Клп13Взш5Дз3Лпд
К-1	Великобобрицьке	7Дз2Лпд1Клг	154	0,7	13,1	45Клг22Клп17Яз14Дз2Лпд
К-2	Великобобрицьке	6Дз2Лпд2Клг	119	0,6	10,0	43Клг29Яз17Клп6Дз5Лпд
К-3	Великобобрицьке	8Дз1Лпд1Клг	125	0,7	9,4	48Клг37Клп10Лпд5Дз
К-4	Новодмитрівське	7Дз2Клг1Лпд	129	0,7	9,8	48Клп40Клг8Дз4Лпд

Примітка: Взш – в'яз шорсткий, Дз – дуб звичайний, Клг – клен гостролистий, Клп – клен польовий, Лпд – липа дрібнолиста, Яз – ясен звичайний.

Оцінювання успішності плодоношення дубових насаджень в регіоні досліджень здійснювали окомірно в балах за шкалою В. Г. Каппера [6].

Аналіз літературних джерел. Особливості формування природного поновлення у дібровах Лівобережного Лісостепу в останні роки вивчали В. Г. Скляр [16], М. М. Діденко [2, 3], М. М. Ведмідь [22], В. П. Чигринець [1], В. П. Ткач [17, 18, 20, 21], М. Г. Румянцев [14] та ін. Результати проведених ними досліджень свідчать, що успішність природного відновлення під наметом

дубових лісів залежить від участі дуба у складі та віку, повноти насадження, врожайності жолудів, достатньої кількості тепла, вологи, світла.

Проте, не дивлячись на доволі значну увагу останнім часом до питання ефективного використання поновлення господарсько цінних порід з метою природного відновлення дубових лісів для умов Лівобережного Лісостепу, воно й надалі залишається актуальним.

Мета досліджень – визначити особливості формування підросту господарсько цінних порід під наметом дубових насаджень різного віку, складу та повноти для відбору оптимальних ділянок із орієнтуванням на їх відновлення в майбутньому природним насінневим шляхом.

Результати дослідження. Досліджувані роки (2018–2021 рр.) за результатами власних спостережень та спостережень працівників лісогосподарських підприємств, де проведено дослідження (Сумська область), характеризувалися дуже слабким плодоношенням дуба (1 бал) [6]. Це значною мірою вплинуло на наявність поновлення дуба звичайного під наметом досліджуваних насаджень.

Результати проведених досліджень свідчать, що під наметом природних дубових насаджень різного віку, складу та повноти в умовах свіжої кленово-липової діброви, кількість благонадійного підросту господарсько цінних порід становить в межах від 4,6 до 13,1 тис. шт.·га⁻¹ (див. табл. 1). Це свідчить про формування під наметом старовікових насаджень сприятливих умов для появи сходів і подальшого успішного росту поновлення дуба та інших господарсько цінних порід. У цьому віці намет цих насаджень переважно є розрідженим, що забезпечує доступ більшої кількості світла і тепла до поверхні ґрунту.

Загалом під наметом дубових насаджень у складі поновлення обліковано шість деревних порід: дуб звичайний, ясен звичайний, клени гостролистий і польовий, липа дрібнолиста та в'яз шорсткий.

Дуб звичайний в складі поновлення обліковано під наметом всіх досліджуваних насаджень. Його кількість становить від 0,1 до 1,8 тис. шт.·га⁻¹, а участь у складі поновлення – від 2 до 14 % від загальної кількості. Сходи і дрібний підріст приурочені до «вікон» в наметі материнських насаджень.

Ясен звичайний в складі поновлення обліковано під наметом восьми із дванадцяти досліджуваних насаджень. Його кількість становить від 1,0 до 3,5 тис. шт.·га⁻¹, а участь у складі поновлення – від 17 до 52 % від загальної кількості. Найбільшу його кількість обліковано під наметом насаджень, де участь ясена в їх складі становить 1–2 одиниці, дещо меншу кількість – із участю ясена 1 одиницю. Ясен переважає у складі підросту на одній ділянці (ПП Т-3).

Клени гостролистий і польовий зустрічаються у складі поновлення під наметом всіх досліджуваних насаджень. Їхня кількість майже на всіх ділянках є

найбільшою із облікованих порід. Кількість клена гостролистого становить від 1,4 до 5,9 тис. шт.·га⁻¹, а участь у складі поновлення – від 17 до 62 % від загальної кількості, клена польового – від 0,5 до 4,7 тис. шт.·га⁻¹, а участь у складі поновлення – від 8 до 48 %. Відмітимо, що клен гостролистий переважає у складі поновлення на дев'яти ділянках (ПП Т-1, Т-2, Т-4, О-1, О-2, О-3, К-1, К-2 і К-3), а клен польовий – на двох (ПП Т-5 і К-4). Загалом клени на більшості ділянок формують загальний фон поновлення, що свідчить про незадовільну успішність процесу відновлення, так як кількість підросту дуба звичайного – головної лісоутворювальної породи в умовах свіжих дібров регіону досліджень і його частка в складі підросту є незначними.

Липу дрібнолисту в складі поновлення обліковано під наметом всіх досліджуваних насаджень. Її кількість становить від 0,1 до 0,9 тис. шт.·га⁻¹, а участь у складі поновлення – від 2 до 10 % від загальної кількості. В'яз шорсткий у складі поновлення обліковано під наметом лише двох із дванадцяти досліджуваних насаджень. Його кількість становить 0,8 і 0,9 тис. шт.·га⁻¹, а участь у складі поновлення – 13 і 10 % від загальної кількості.

Під час оцінювання успішності природного відновлення, окрім кількості підросту, обов'язково враховують його вікову та висотну характеристику, а також рівномірність розміщення по площі, що характеризує показник трапляння.

Природне поновлення дуба звичайного під наметом досліджуваних дубових насаджень представлено переважно сходами (рослини до 1 року життя) та 2–3-річним підростом, частка яких становить відповідно 53–100 % та 4–47 % від загальної кількості. Поновлення ясена звичайного представлено всіма віковими групами: сходами, 2–3-, 4–8-річним підростом і рослинами віком 9 і більше років, а їхня частка становить відповідно 10–64 %, 12–78 %, 1–20 % і 6–10 % від загальної кількості. Клени гостролистий і польовий також представлені в складі поновлення рослинами всіх вікових груп. Частка сходів становить 13–87 % для клена гостролистого і 6–21 % – для клена польового, 2–3-річного підросту – 8–76 % і 22–67 %, 4–8-річного – 3–55 % і 9–60 % та підросту віком 9 і більше років – відповідно 2–30 % і 2–37 % від загальної кількості. Липа дрібнолиста в складі поновлення була представлена групами 2–3-, 4–8-річного підросту і підросту віком 9 і більше років, частка яких становить відповідно 15–88 %, 12–100 % і 25–75 % від загальної кількості. Поновлення в'яза шорсткого представлено лише 2–3- і 4–8-річним підростом, а їхня частка становить відповідно 19–34 % і 66–81 % від загальної кількості (табл. 2).

Підріст дуба звичайного, липи дрібнолистої та в'яза шорсткого характеризується груповим розміщенням на площі (трапляння є меншим за 40 %), клена польового – нерівномірним (трапляння – 62 %), а ясена звичайного і клена – рівномірним (трапляння є більшим за 65 %).

За висотою дуб звичайний під наметом дубових насаджень представлений лише дрібним (заввишки до 0,5 м) і середнім (заввишки 0,6–1,5 м) підростом, частка яких становить відповідно 86–100 % та 4–14 % від загальної кількості. Ясен звичайний представлений підростом всіх груп: дрібним, середнім і великим (заввишки 1,6 м і більше), а їхня частка становить відповідно 60–93 %, 7–24 % і 5–18 % від загальної кількості.

Таблиця 2

Вікова структура природного поновлення господарсько цінних порід та його трапляння під наметом досліджуваних дубових насаджень

Господарсько цінні породи	Кількість поновлення, тис. шт.·га ⁻¹ (чисельник – <i>min-max</i> ; знаменник – <i>середнє</i>)	Варіювання кількості поновлення за групами віку (чисельник – тис. шт.·га ⁻¹ , знаменник – частка від загальної кількості, %)				Трапляння, % (чисельник – <i>min-max</i> ; знаменник – <i>average</i>)
		≤ 1 року	2–3 роки	4–8 років	≥ 9 років	
Дз	<u>0,1–1,8</u> 0,6	<u>0,1–1,2</u> 53–100	<u>0,1–0,5</u> 4–47	<u>0,2</u> 10	–	<u>12–33</u> 23
Яз	<u>1,0–3,5</u> 2,4	<u>0,2–2,2</u> 10–64	<u>0,4–1,8</u> 12–78	<u>0,1–0,6</u> 1–20	<u>0,2–0,3</u> 6–10	<u>36–90</u> 68
Клг	<u>1,4–5,9</u> 3,5	<u>0,5–3,4</u> 13–87	<u>0,3–2,5</u> 8–76	<u>0,1–1,7</u> 3–55	<u>0,1–1,8</u> 2–30	<u>60–100</u> 82
Клп	<u>0,5–4,7</u> 2,0	<u>0,2–0,6</u> 6–21	<u>0,1–2,8</u> 22–67	<u>0,1–2,2</u> 9–60	<u>0,1–0,4</u> 2–37	<u>33–96</u> 62
Лпд	<u>0,1–0,9</u> 0,4	–	<u>0,1–0,3</u> 15–88	<u>0,1–0,5</u> 12–100	<u>0,2–0,5</u> 25–75	<u>6–27</u> 16
Взш	<u>0,8–0,9</u> 0,9	–	<u>0,2–0,3</u> 19–34	<u>0,6</u> 66–81	–	<u>24–36</u> 30

Примітка: Взш – в'яз шорсткий, Дз – дуб звичайний, Клг – клен гостролистий, Клп – клен польовий, Лпд – липа дрібнолиста, Яз – ясен звичайний.

Клени гостролистий і польовий також представлені в складі поновлення рослинами всіх груп висот. Частка дрібного підросту становить 33–96 % для клена гостролистого і 10–55 % для клена польового, середнього – відповідно 4–34 % і 14–62 % та великого підросту – відповідно 2–55 % і 8–48 % від загальної кількості. Липа дрібнолиста в складі поновлення представлена переважно середнім і великим підростом, частка яких становить відповідно 25–67 % і 22–100 % від загальної кількості. Поновлення в'яза представлено всіма групами висот, а їхня частка становить відповідно 35–57 %, 24–49 % і 16–19 % від загальної кількості (табл. 3).

**Розподіл природного поновлення господарсько цінних порід
за групами висот під наметом досліджуваних дубових насаджень**

Господарсько цінні породи	Кількість поновлення, тис. шт.·га ⁻¹ (чисельник – <i>min</i> – <i>max</i> ; знаменник – <i>середнє</i>)	Варіювання кількості поновлення за групами висот (чисельник – тис. шт.·га ⁻¹ , знаменник – частка від загальної кількості, %)		
		≤ 0,5 м	0,6–1,5 м	≥ 1,6 м
Дз	<u>0,1–1,8</u> 0,6	<u>0,1–1,7</u> 86–100	<u>0,1</u> 4–14	–
Яз	<u>1,0–3,5</u> 2,4	<u>0,9–2,5</u> 60–93	<u>0,1–0,8</u> 7–24	<u>0,2–0,6</u> 5–18
Клг	<u>1,4–5,9</u> 3,5	<u>0,7–4,0</u> 33–96	<u>0,1–1,2</u> 4–34	<u>0,1–2,1</u> 2–55
Клп	<u>0,5–4,7</u> 2,0	<u>0,3–2,4</u> 10–55	<u>0,2–2,0</u> 14–62	<u>0,1–1,2</u> 8–48
Лпд	<u>0,1–0,9</u> 0,4	<u>0,1</u> 11–25	<u>0,1–0,5</u> 25–67	<u>0,1–0,5</u> 22–100
Взш	<u>0,8–0,9</u> 0,9	<u>0,3–0,5</u> 35–57	<u>0,2–0,4</u> 24–49	<u>0,1–0,2</u> 16–19

Примітка: Взш – в'яз шорсткий, Дз – дуб звичайний, Клг – клен гостролистий, Клп – клен польовий, Лпд – липа дрібнолиста, Яз – ясен звичайний.

Відмічено, що зі збільшенням віку насаджень збільшується й кількість поновлення господарсько цінних порід. Ця залежність не притаманна лише для липи дрібнолистої, що характеризується як доволі тіншовитривала порода. Так, кількість підросту дуба в середньому під наметом дубових насаджень віком 100–130 років є меншою порівняно з насадженнями віком 131–160 років на 125 % (0,5 тис. шт.·га⁻¹), ясена – на 55 % (1,1 тис. шт.·га⁻¹), кленів гостролистого – на 6 % (0,2 тис. шт.·га⁻¹), а польового – на 21 % (0,4 тис. шт.·га⁻¹) (рис. 1).

Це пов'язано із формуванням під наметом старовікових насаджень сприятливих умов не лише для появи сходів, а й подальшого успішного їх росту (доступ більшої кількості світла і тепла за рахунок більш розрідженого намету материнського насадження). Ці особливості необхідно враховувати за орієнтування на природне відновлення дубових насаджень.

Крім того, відмічено залежність кількості підросту господарсько цінних порід від повноти материнських насаджень.

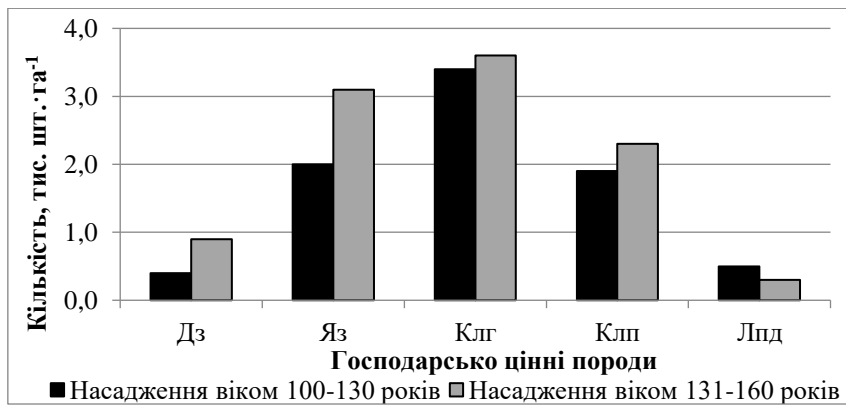


Рис. 1. Середня кількість поновлення господарсько цінних порід під наметом дубових насаджень різного віку

Так, найбільшу кількість поновлення дуба звичайного, клена польового та липи дрібнолистої обліковано під наметом дубових насаджень з повнотою 0,7, а ясена звичайного та клена гостролистого – з повнотою 0,6 (рис. 2). Зі збільшенням повноти насаджень кількість підросту зменшується.

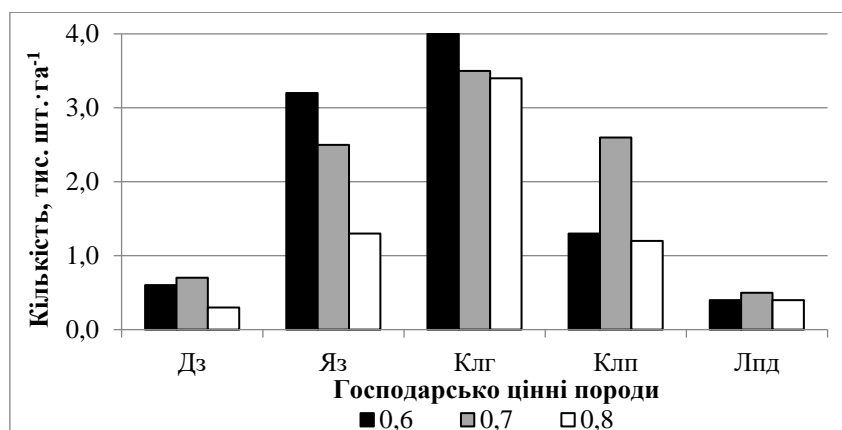


Рис. 2. Залежність кількості поновлення господарсько цінних порід від повноти досліджуваних дубових насаджень

Значно більшу кількість дуба звичайного обліковано під наметом насаджень з участю 7 одиниць дуба в їх складі (у середньому 1,0 тис. шт. · га⁻¹). Зі збільшенням або зменшенням дуба в складі першого ярусу насаджень кількість його поновлення суттєво зменшується (0,3–0,5 тис. шт. · га⁻¹) (рис. 3). Більшу кількість поновлення ясена звичайного обліковано під наметом насаджень, де його участь в складі першого ярусу становила 2 одиниці порівняно із насадженнями, де його участь в складі першого ярусу становила 1 одиницю і менше (у середньому 3,4 проти 2,4 тис. шт. · га⁻¹).

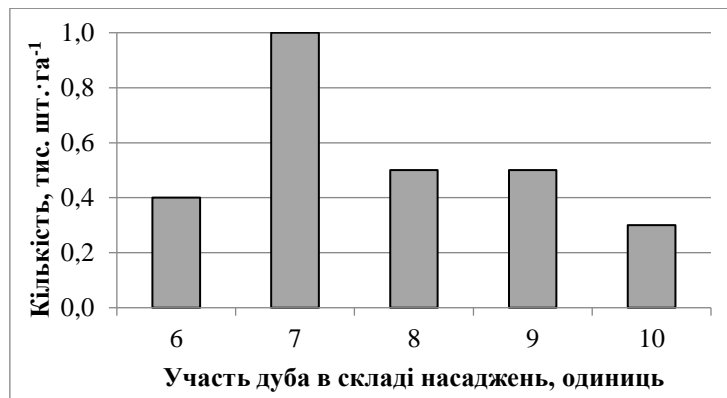


Рис. 3. Кількість поновлення дуба залежно від складу дубових насаджень

Обговорення отриманих результатів. За результатами проведених досліджень встановлено ділянки дубових насаджень, що є найбільш придатними для природного відновлення. Перевагу слід надавати старовіковим деревостанам з участю дуба у складі не менше 7 одиниць, а ясена – 2 одиниць з повнотою 0,6–0,7. Під наметом таких насаджень було обліковано найбільшу кількість поновлення дуба звичайного та ясена звичайного.

Подібні результати було отримано й М. М. Діденко [2, 3] та В. П. Ткачем [17, 18, 20, 21] для умов південно-східної частини Лівобережного Лісостепу, а також Г. Т. Криницьким [7] у західній та В. В. Левченко [8] і Г. П. Іщук [5] – у східній частинах Правобережного Лісостепу. Ними наголошено, що у старовікових розріджених дубових насадженнях створюються сприятливі умови для відновлення дуба і ясена – крони дерев краще освітлюються і забезпечені більшою кількістю тепла, що сприяє збільшенню інтенсивності плодоношення. Аналогічну ситуацію відмічено й для заплавної дубових лісів Чехії і Хорватії [4, 10], рівнинних дубових лісів Бельгії [9], Норвегії [15] та Іспанії [23].

Доволі незначну кількість поновлення дуба звичайного під наметом дубових насаджень, що було обліковано впродовж 2018–2021 рр., можна пояснити слабким плодоношенням дуба. Плодоношення за шкалою Каппера [6] оцінено як «дуже слабке» (бал 1). Проте за умови «доброго» (бал 4) і «дуже доброго» (бал 5) плодоношення кількість поновлення дуба може бути значно більшою. Так, зокрема, В. П. Ткачем та ін. [18] відмічено, що після року «доброго» плодоношення (бал 4) під наметом дубових насаджень з'явилося понад 34 тис. шт.·га⁻¹ сходів дуба, а В. П. Чигринцем та ін. [1] – понад 70 тис. шт.·га⁻¹ сходів дуба. Результати М. М. Діденко [2] свідчать, що після року «дуже доброго» (бал 5) плодоношення, під наметом старовікових дубових насаджень з'явилося майже 130 тис. шт.·га⁻¹ сходів дуба.

Отримані результати досліджень доцільно в подальшому враховувати під час відбору ділянок дубових насаджень із орієнтуванням на їх відновлення в майбутньому природним насінневим шляхом.

Висновки. Під наметом природних дубових насаджень, що ростуть в умовах свіжої кленово-липової діброви, найбільш активно процеси природного відновлення дуба звичайного та ясена звичайного відбуваються в насадженнях старшого віку, зокрема в перестиглих насадженнях. Кількість підросту господарсько цінних порід в них сягала понад 13 тис. шт.·га⁻¹, у т. ч. дуба – майже 2,0 тис. шт.·га⁻¹ і ясена 3,5 тис. шт.·га⁻¹.

Незначна частка дуба в складі попереднього поновлення, що представлений переважно сходами та незначною часткою дрібного 2–3-річного підросту, обумовлена дуже слабким плодоношенням дуба в досліджувані роки. Успішність відновлення на всіх ділянках характеризувалася як «погане».

Визначені особливості висотної та вікової структури підросту дуба звичайного та інших господарсько цінних порід, характер їхнього розміщення на площі доцільно враховувати під час відбору ділянок старовікових дубових насаджень із орієнтуванням на їх відновлення в майбутньому природним насінневим шляхом. У таких насадженнях доцільно ширше запроваджувати господарські заходи, спрямовані на їхнє відновлення природним шляхом, враховуючи при цьому періодичність плодоношення дуба. Перевагу слід надавати старовіковим дубовим насадженням з повнотою 0,6–0,7 за участю дуба в складі першого ярусу – 7 одиниць, а ясена – 2 одиниці.

References

1. Chygrynets, V. P., Rumyantsev, M. G., Solodovnik, V. A., Buksha, M. I. (2016). Features of Forming and Regeneration for Oak Stands in a Fresh Maple-lime Oak Forest in the Left-Bank Forest Steppe. *Bulletin of UNFU*, 26(5), 177–182. <https://doi.org/10.15421/40260527>.
2. Didenko, M. M. (2008a). Features of advance regeneration of oak forests in fresh maplelime oak forest. *The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series: Soil Science, Agricultural Chemistry, Agriculture, Forestry, and Soil Ecology*, 4, 112–114. [in Ukrainian].
3. Didenko, M. M. (2008b). Natural regeneration of *Quercus robur* L. under crowns of shelterwood. *Forestry and Forest Melioration*, 113, 186–190. [in Ukrainian].
4. Dobrovolný, L., Martiník, A., Drvodelić, D., Oršanić, M. (2017). Structure, Yield and Acorn Production of Oak (*Quercus robur* L.) Dominated Floodplain Forests in the Czech Republic and Croatia. *South-east European forestry*, 8(2), 127–136. <https://doi.org/10.15177/see-for.17-18>.
5. Ischuk, G. P. (2017). Natural regeneration of oak and hornbeam under the canopy and on cutting areas in the State Enterprise «Korsun-Shevchenko Forestry». *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(1), 15–18.
6. Kapper, V. H. 1930. On the organization of annual systematic observations of the fruiting of tree species. *Proceedings on experimental forestry*, 8, 103–139. [in Russian].

7. Krynytskyi, H. T., Kramarets, V. O., Kopyi, S. L. (2006). The oak bear fruits peculiarity in old plantation of Western Ukraine. *Forestry, forestry, paper and woodworking industries*, 32, 333–338. [in Ukrainian].
8. Levchenko, V. V. (2014). Perspectives of use of natural regeneration in oak forests in the Forest-Steppe zone on Right bank of Dnieper. *Scientific Bulletin of NULES of Ukraine*, 198(1), 58–62. [in Ukrainian].
9. Ligtot, G., Balandier, P., Fayolle, A., Lejeune, P., Claessens, H. (2013). Height competition between *Quercus petraea* and *Fagus sylvatica* natural regeneration in mixed and uneven-aged stands. *Forest Ecology and Management*, 304(15), 391–398. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.05.050>.
10. Martíník, A., Dobrovolný, L., Palátová, E. (2014). Tree growing space and acorn production of *Quercus robur*. *Dendrobiology*, 71, 101–108. <http://dx.doi.org/10.12657/denbio.071.010>.
11. Pasternak, P. S. (Ed.). (1990). *Spravochnik lesovoda* [Forester's reference]. Kyiv: Urozhay, 295 p. [in Russian].
12. Rumiantsev, M. (2020a). Oak forests of the Left-Bank Forest-Steppe zone of Ukraine and their natural regeneration. In: *Modern Global Trends in the Development of Innovative Scientific Researches: International Scientific Conference Proceedings*. Riga, Baltija Publishing, p. 110–113. <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-39-6-34>.
13. Rumiantsev, M. H. (2020b). The structural and functional distribution of oak stands of Left-bank Forest-steppe zone. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(1), 49–54. <https://doi.org/10.36930/40300108>.
14. Rumiantsev, M., Luk'yanets, V., Musienko, S., Mostepaniuk, A., Obolonyk, I. (2018). Main problems in natural seed regeneration of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) stands in Ukraine. *Forestry Studies*, 69, 7–23. <https://doi.org/10.2478/fsmu-2018-0008>.
15. Sevillano, I., Short, I., Grant, J., O'Reilly, C. (2016). Effects of light availability on morphology, growth and biomass allocation of *Fagus sylvatica* and *Quercus robur* seedlings. *Forest Ecology and Management*, 374, 11–19.
16. Sklyar, V. G., Dehtyaryov, V. M. 2013. Features of natural regrowth of dominate forest tree species in the «Retitska Dacha» array. *Bulletin of Sumy NAU*, 3(25), 11–13. [in Ukrainian].
17. Tkach, V., Bondar, O., Rumiantsev, M. (2020). Pedunculate oak stands in the catchments of the river Vorskla's tributaries. *Folia Oecologica*, 47(1), 70–80. <https://doi.org/10.2478/foecol-2020-0009>.
18. Tkach, V. P., Luk'yanets, V. A., Rumiantsev, M. H. (2014). Advance regeneration of tree species in fresh maple-lime oak forest of the Left-Bank Forest-Steppe. *Forestry and Forest Melioration*, 124, 47–54. [in Ukrainian].
19. Tkach V. P., Rumiantsev M. H., Luk'yanets V. A., Kobets O. V. (2021). Natural young oak stands of Left-Bank Forest-Steppe and features of tending felling there by means of mechanized method. *Forestry and Forest Melioration*, 139, 20–27. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.139.2021.20>.
20. Tkach, V., Rumiantsev, M., Kobets, O., Luk'yanets, V., Musienko, S. (2019). Ukrainian plain oak forests and their natural regeneration. *Forestry Studies*, 71, 17–29. <https://doi.org/10.2478/fsmu-2019-0010>.
21. Tkach, V. P., Rumiantsev, M. H., Luk'yanets, V. A., Lunachevskiy, L. S., Chyhrynets, V. P., Samodai, V. P. (2017). Oak forest stands in the north-east of Ukraine and features of their natural regeneration. *Forestry and Forest Melioration*, 130, 77–85. [in Ukrainian].

22. Vedmid, M. M., Zhezhkun, A. M., Poznyakova, S. I., Lukjanets, V. A. (2008). Previous renewal in forest stands of fresh oak groves in the Left-bank Ukraine. *Forestry and Forest Melioration*, 112, 48–56. [in Ukrainian].
23. Vizoso-Arribe, O., Díaz-Maroto, I., Vila-Lameiro, P., Díaz-Maroto, M. (2014). Influence of the canopy in the natural regeneration of *Quercus robur* in NW Spain. *Biologia*, 69(12), 1678–1684. <https://doi.org/10.2478/s11756-014-0481-6>.

M. H. Rumiantsev¹, O. V. Kobets¹, V. S. Yushchuk¹

¹*Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration
named after G. M. Vysotsky, Kharkiv, Ukraine*

NATURAL REGENERATION OF OAK STANDS IN THE NORTH-EASTERN PART OF THE LEFT-BANK FOREST-STEPPE

The natural regeneration of oak forests is one of the most important issues in forestry, taking into account their value, their performance of important environmental protection functions, as well as providing the country's economy with high-quality wood. The quantitative state of seedlings of economically valuable species was studied during 2018–2021 under a canopy of mixed oak stands of natural origin aged 100–160 years in the State Enterprise «Trostyanetske Forestry», «Okhtyrsk Forest», and «Krasnopilske Forestry» of Sumy region. Relative density of stocking 0.6 to 0.8, the share of oak in the composition of the first tier was 6–10 units. The seedlings was recorded on circular sites (area of 10 m² of skin). The degree of success of natural regeneration was evaluated according to the scale of URIFFM. During the evaluation, attention to the amount of stunting in terms of age and height groups, as well as its abundance. The studied years (2018–2021) were characterized by very weak oak fruiting (1 point). This greatly influenced the presence of oak seedlings under the canopy of the studied stands. The results of the conducted research show that under the canopy of natural oak stands of various ages, the composition and density of the amount of English oak and other economically valuable species is up to 13.1 thousand pcs.·ha⁻¹, including oak – up to 1.8 thousand pcs.·ha⁻¹. In the composition of natural regeneration, the share of oak is insignificant and ranges from 2 to 14%. The seedlings of English oak is represented only by small and medium-sized specimens up to three years old, which grows mainly in the «windows» under the canopy of parent stands. The general background of natural regeneration is formed by the Norway maple, Field maple and Common ash. Their number in all areas is the largest of the registered species. The seedlings of English oak, Small-leaved lime and Wych elm is characterized by group placement on the area, Field maple is uneven, and Common ash and Norway maple is evenly. The success of the regeneration in all the studied areas was characterized as «poor». The determined features of the height and age structure of the seedlings of English oak and other economically valuable species, the nature of their placement on the area, should be obtained during the selection of sites of English oak stands with a focus on their regeneration in the future by natural seeding. In such stands, it is expedient to introduce more widely economic measures aimed at their regeneration in a natural way, taking into account the oak fruiting cycle. Preference should be given to old-growth oak stands with a density of 0.6–0.7 with the participation of oak in the composition of the first tier of 7 units, and ash – 2 units.

Key words: English oak (*Quercus robur* L.); economically valuable species; fruiting; seedling; abundance; old-growth stands.

**С. Г. Сидоренко¹, В. О. Корсовецький¹, П.П. Яворовський²,
Р. В. Гуржій², С. В. Сидоренко¹**

¹Український ордена "Знак пошани" науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького, м. Харків

²Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

ФОРМУВАННЯ КОМПЛЕКСІВ НАЗЕМНИХ ГОРЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ У СОСНОВИХ ЛІСАХ БАЙРАЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Охарактеризовано основні елементи та закономірності формування комплексів лісових горючих матеріалів у соснових насадженнях Байрачного Степу. Дослідження проведено у чистих одновікових сосняках різного віку, що ростуть у сухих та свіжих борах на території ДП «Льманське ЛГ» та «ДП Кремінське ЛГ». Під час дослідження оцінено запаси наступних компонентів комплексу горючих матеріалів: лісової підстилки за шарами мінералізації (опадовий, ферментативний, гуміфікований), деревної ламані за фракціями товщини (1hr, 10hr, 100hr, 1000hr); живих (вегетуючих) та відмерлих горючих матеріалів (надґрунтового покриву, підросту та підліску). Встановлено, що у соснових насадженнях, накопичуються значні запаси підстилки – від 12,28 до 60,68 т/га. Товщина підстилки варіює від 3 до 9 см. За допомогою алгоритму XGBoost виявлено, що на варіацію запасів лісової підстилки найбільший вплив має санітарний стан насадження, вік, повнота та середньозважений клас Крафта. Виявлено, що гігротоп (сухі та свіжі типи умов) не мав суттєвого впливу на загальні запаси лісової підстилки, ключову роль відігравали лісівничо-таксаційні показники. З'ясовано, що запаси деревної ламані (FWD) варіюють – від 1,4 до 6,6 т/га. Запаси FWD у соснових лісостанах коливалися у межах 1,4 – 6,6 т/га. Запас шишок у складі опаду варіював у межах 0,10-6,45 т/га. Запас валіжника був не рівномірним і зустрічався лише у деяких насадженнях, його запас не перевищував 2,9 т/га. Встановлено, що на варіацію FWD найбільший вплив має повнота насадження, запас та санітарний стан. Так, запаси FWD збільшуються із збільшенням запасу насадження, підвищенням повноти та погіршенням санітарного стану насадження. Виявлено, що у соснових насадженнях зі зниженням повноти та зімкнутості насадження накопичуються значні запаси ЖНП – від 0 до 3,7 т/га. Висота ЖНП сягає 0,6 м та коливається у межах 10-60 см. Проективне покриття трав'яної рослинності у низькоповнотних насадженнях сягає 70%, у насадженнях з повною понад 0,8 трав'яна рослинність відсутня. Запас трав'яної рослинності має прямий негативний кореляційний зв'язок з повнотою насадження ($r = -0,3$), запасом насадження ($r = -0,56$). Отже, запаси трав'яної рослинності збільшуються у низькоповнотних та низькопродуктивних насадженнях. Запаси підросту та підліску мають схожу тенденцію –

¹Сидоренко Сергій Григорович, канд. с.-г. наук, старший дослідник, завідувач сектору екології лісу. E-mail: serhii88sido@gmail.com; orcid: 0000-0002-5972-0067;

¹Корсовецький Володимир Олександрович, аспірант. E-mail: Ratamonw@gmail.com;

²Яворовський Петро Петрович, д-р. с.-г. наук, професор, професор кафедри лісівництва. E-mail: p.p.javorovskiy@nubip.edu.ua;

²Гуржій Роман Віталійович, здобувач. E-mail: Hurzii@i.ua; orcid: 0000-0003-3777-749X;

¹Сидоренко Світлана Вікторівна, канд. с.-г. наук, с. н. с. E-mail: svit23sydorenko@gmail.com; orcid: 0000-0003-1426-7614

прямий негативний зв'язок з повнотою насадження ($r = -0,74$), середньозваженим класом Крафта ($r = -0,48$) та прямий кореляційний зв'язок із віком насадження ($r = 0,71$). Встановлені особливості комплексу ЛГМ сосняків Байрачного Степу будуть використані для розробки регіональних моделей горючих матеріалів та регіональних мап ЛГМ.

Ключові слова: лісові горючі матеріали; лісова підстилка; пожежна небезпека лісу; деревна ламань.

Вступ. У зв'язку з наростаючим тиском комплексу кліматичних та соціально-економічних чинників у світі спостерігається суттєве підвищення пожежних ризиків, що актуалізує проведення глибоких пірологічних досліджень. Лісова пірологія в Україні все ще знаходиться на стадії формування. Наявні лише фрагментарні дослідження щодо пожежних режимів, оцінювання наслідків пожеж та пожежних ризиків. Моделювання поведінки пожеж опирається на дані про кількісні та якісні характеристики ЛГМ, рельєф і кліматичні умови. В Україні дослідження ЛГМ мають обмежений характер (різні лісорослинні умови, використання різних методик тощо). Дослідження особливостей формування комплексів наземних ЛГМ (лісова підстилка, опад, деревна ламань, надґрунтовий покрив, підріст та підлісок) дасть змогу більш вичерпно оцінити пожежну небезпеку ділянок лісового фонду; створити набори моделей ЛГМ та прогнозувати поведінку пожеж і потенційні післяпожежні ризики (інтенсивність відпаду дерев, імовірність заселення стовбуровими шкідниками тощо).

Об'єкт дослідження: кількісні та якісні показники лісових горючих матеріалів наземною групи у соснових лісах Байрачного Степу.

Предмет дослідження: особливості формування комплексів лісових горючих матеріалів у соснових лісах.

Завдання дослідження – виявити тенденції у накопиченні запасів лісових горючих матеріалів залежно від лісорослинних умов та віку сосняків.

Мета роботи – дослідити особливості формування комплексів наземних горючих матеріалів у соснових лісах Байрачного Степу України.

Матеріали і методи. Дослідження проведено у чистих одновікових сосняках різного віку, що ростуть у сухих та свіжих борах та суборах на 16 постійних пробних площах, закладених у Ямпільському лісництві ДП «Лиманське ЛГ» та Борівському лісництві «ДП Кремінське ЛГ» (табл. 1).

Облік підстилки на кожній пробній площі проводили на 9 площадках площею 1 м^2 , адже відомо, що розподіл лісової підстилки у насадженні є дуже нерівномірним та залежить від мікрорельєфу, віддаленості від стовбура тощо (Voron et al., 2019; Voron et al., 2018a; Voron et al., 2018b; Sydorenko, 2019).

Зібрану підстилку розподіляли за шарами мінералізації. Запаси підстилки визначали за методикою Л. Є. Родіна (Rodin & Bazilevich, 1965).

Характеристика чистих сосняків на ПП

ПП	Вік, років	Едатоп	d, см	Висота, м	Повнота	Запас, м3/га	Клас Крафта	Висота початку крони, м
2	60	A1	17	18,5	0,45	78	2,0	10,9
3	60	A1	26,1	19,4	0,65	130	2,1	15,3
4	72	A1	28,2	18,6	0,7	170	2,8	9,0
8	101	A1	22,5	21,7	0,8	290	2,1	16,0
1	135	A1	51,2	23,5	0,5	210	1,9	12,6
14	20	A2	9,6	10,8	0,8	50	2,6	3,6
16К	28	A2	18	13,5	0,8	135	2,3	6,9
9	40	A2	12,9	13,1	0,7	110	2,4	7,0
10	55	A2	21,1	17,7	0,8	140	2,3	11,7
11	55	A2	20	15,5	0,8	150	2,3	10,3
12	70	A2	20,7	21,1	0,85	335	2,3	15,1
15К	83	A2	26,6	23	0,8	256	2,2	9,4
13	115	A2	33,8	24	0,7	280	2,2	13,2
6	120	A2	40,8	22,2	0,5	210	2,0	13,2
7	120	A2	36,1	24,5	0,6	250	2,0	16,1
5	135	A2	38,1	29,3	0,45	190	1,4	19,6

Вологість і щільність підстилки за шарами може сильно відрізнятися, тому відібрані зразки розподіляли за шарами мінералізації: опадовим – *L*; ферментативним – *F*; та гуміфікованим – *H* [Chornobay, 2000]. З кожної пробної площі відібрано середні зразки за шарами, висушено до повітряно-сухого стану та вилучено пісок. Після камерально-лабораторних робіт обраховані запаси лісової підстилки у перерахунку на 1 га площі. Облік та оцінювання запасів живого надґрунтового покриву, підросту та підліску, а також деревної ламані за фракціями: *1hr*, *10hr*, *100hr*, *1000hr* проводили за методикою *FIREMON* [Lutes et al., 2006].

Під час аналізу даних використано стандартні методи варіаційної статистики, регресійного та кореляційного аналізу. Для встановлення значимості окремих чинників на зміну запасів ЛГМ використано *XGBoost* алгоритм (екстремальний градієнтний бустинг) реалізований на мові програмування *R*.

Аналіз літературних джерел. За М. П. Курбатським (Kurbatskiy, 1970) лісовими горючими матеріалами є рослини та їхні залишки різного ступеня розкладання, які можуть горіти під час пожеж. У чистих сосняках основним та найбільш легкозаймистим горючим матеріалом є лісова підстилка та відмерла трав'яна рослинність (Levchenko et al., 2015). Температурний режим горіння лісової підстилки залежить від її товщини, маси, вологості, щільності (об'ємна маса) та безперервності її покриву (Levchenko et al., 2015). Найбільш важливими якісними характеристиками, що впливають на режим горіння лісових горючих матеріалів є їх вологість (Nesterov, 1945), щільність (Kurbatskiy, 1970) та запас.

Нині в Україні активно досліджують різні групи лісових горючих матеріалів. Лабораторією екології лісу досліджено тенденції у накопиченні наземних ЛГМ у вологих борах та суборах Українського Полісся [Voron et al., 2018] та Лівобережного Лісостепу (Sydorenko, 2019). Науковцями Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіПУ) проведено аналогічні дослідження у поліських соснових лісах (Zibtsev et al., 2018). Лабораторією лісової пірології Національного університету біоресурсів і природокористування України (Hurzhii & Yavorovsky, 2018) розпочато створення комплексного пірологічного геопорталу для лісів українського Полісся з ціллю моделювання поведінки пожеж, попереднього оцінювання наслідків пожеж і визначення природної пожежної небезпеки. Одним із основних наборів вхідних даних є актуальна інформація щодо стану ЛГМ на конкретній лісовій ділянці. З огляду на це, отримання інформації щодо ЛГМ у лісах, що ростуть в інших природних зонах (Лісостепу та Степу), та в подальшому створення на базі досліджень регіональних моделей рослинних горючих матеріалів є актуальною проблемою, вирішення якої дасть змогу у майбутньому прогнозувати поведінку пожеж на всій території України.

Результати досліджень та їх обговорення. У результаті проведеного аналізу абсолютно-сухих зразків лісової підстилки встановлено, що у соснових насадженнях (табл. 2), накопичуються значні запаси підстилки – від 12,28 до 60,68 т/га. Товщина підстилки варіювала від 3 до 9 см. Запас підстилки збільшувався з віком насадження ($r=0,6$; $p=0,05$) (табл. 2).

Таблиця 2

Запас і потужність лісової підстилки у чистих сосняках свіжих та сухих борів ДП «Лиманське ЛГ» та ДП «Кремінське ЛГ»

ПП	Вік, років	Товщина, см					Запас, т/га				
		L	F	H	F+H	Загалом	L	F	H	F+H	Загалом
1	135	1,24	1,34	3,50	4,85	6,09	2,15	5,35	18,46	23,80	25,95
2	60	1,00	0,80	1,20	2,00	3,00	1,77	4,19	6,32	10,51	12,28
3	60	2,33	2,60	4,07	6,67	9,00	2,02	9,49	25,07	34,56	36,58
4	72	1,00	2,17	3,17	5,33	6,33	5,31	15,26	40,10	55,37	60,68
5	135	1,73	1,83	2,90	4,73	6,47	4,20	11,15	33,42	44,56	48,76
6	120	0,70	1,50	2,50	4,00	4,70	4,28	10,17	48,27	58,43	62,71
7	120	0,50	1,00	2,50	3,50	4,00	5,20	7,81	27,12	34,93	40,14
8	101	1,00	1,50	3,00	4,50	5,50	5,14	7,76	36,95	44,71	49,85
9	40	2,00	1,50	1,50	3,00	5,00	3,73	8,35	21,39	29,74	33,47
10	55	0,80	1,50	2,50	4,00	4,80	5,30	11,25	24,29	35,54	40,84
11	55	0,90	1,50	2,40	3,90	4,80	2,74	11,86	22,71	34,58	37,32
12	70	0,88	1,38	2,25	3,63	4,50	4,37	7,71	37,21	44,92	49,29
13	115	0,83	1,67	2,50	4,17	5,00	4,77	13,83	34,22	48,05	52,82
14	20	0,70	2,20	0,58	2,78	3,48	1,74	16,97	6,33	23,30	25,04
1ЛГМ	83	0,80	1,60	2,00	3,60	4,40	3,39	9,54	13,39	22,94	26,32
2ЛГМ	28	0,90	3,10	0,50	3,60	4,50	4,20	15,80	1,80	17,60	21,80

Для встановлення значимості окремих чинників на зміну запасів лісової підстилки використано *XGBoost* алгоритм виявлено, що на варіацію запасів опадового шару найбільший вплив має санітарний стан насадження, вік, повнота

та середній клас Крафта. На варіацію запасів нижніх шарів підстилки найбільший мали повнота насадження, санітарний стан, середній діаметр насадження та вік (рис. 1). Гігротоп (сухі та свіжі типи умов) не мав суттєвого впливу на загальні запаси лісової підстилки, ключову роль відігравали лісівничо-таксаційні показники.

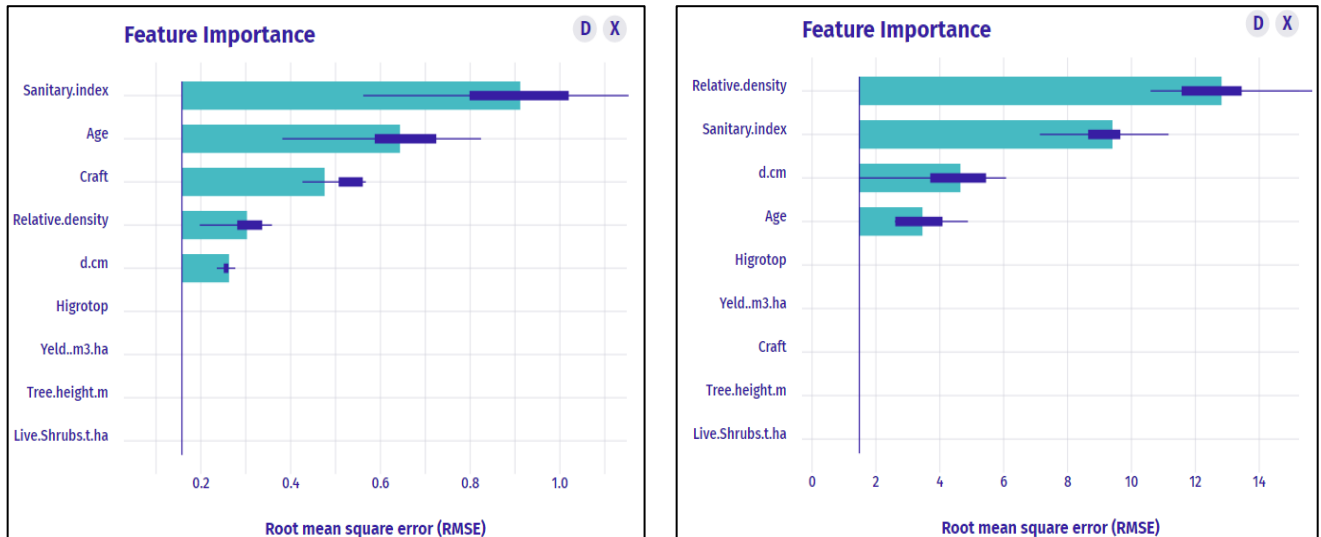


Рис. 1. Результати роботи алгоритму XGBoost з пошуку найбільш значимих змінних, що мають вплив на варіацію запасів підстилки (ліворуч – опадового шару; праворуч – ферментативного та гуміфікованого)

У результаті проведеного аналізу польових даних встановлено, що у соснових насадженнях (табл. 3), запаси деревної ламані варіюють – від 1,4 до 6,6 т/га. Запаси FWD у сухих умовах коливалися у межах 1,4 – 6,6 т/га; свіжих 1,4-5,6 т/га. Запас шишок у складі опаду варіював у межах 0,1-6,45 т/га. Запас валіжника був не рівномірним і зустрічався лише у деяких насадженнях, його запас не перевищував 2,9 т/га.

Виявлено, що на варіацію FWD найбільший вплив має повнота насадження, запас та санітарний стан. Так, запаси FWD збільшувалися із збільшенням запасу насадження, повноти та погіршенням санітарного стану насадження.

Вік, гігротоп, усереднений клас Крафта не мають суттєвого впливу на запас FWD (рис. 2).

Виявлено, що у соснових насадженнях (табл. 4) зі зниженням повноти та зімкнутості насадження накопичуються значні запаси ЖНП – від 0 до 3,7 т/га.

**Запас деревної ламані у чистих сосняках свіжих та сухих борів
ДП «Лиманське ЛГ» та ДП «Кремінське ЛГ»**

ПП	Вік, років	Гігротоп	Деревна ламань за фракціями, т/га					Шишки, т/га
			1hr	10hr	100hr	1000hr	FWD	
2	60	1	1,6	3,6	1,4	0,5	6,6	0,10
3	60	1	0,6	1,5	1,6	0,6	3,6	0,09
4	72	1	1,3	1,5	1,8	1,6	4,6	0,31
8	101	1	0,8	0,7	0,0	0,0	1,5	0,51
1	135	1	0,6	1,0	0,0	0,0	1,7	6,45
14	20	2	0,4	0,9	0,0	0,0	1,4	1,78
16K	28	2	0,8	2,3	1,5	0,0	4,6	1,82
9	40	2	1,1	3,0	0,6	0,0	4,6	0,55
10	55	2	1,0	2,8	1,2	1,6	4,9	0,41
11	55	2	0,7	3,7	1,2	0,0	5,6	1,03
12	70	2	0,9	1,1	0,6	2,9	2,6	1,92
15K	83	2	0,4	1,8	2,4	0,0	4,5	0,96
13	115	2	0,7	1,9	0,6	1,4	3,2	0,69
6	120	2	0,4	0,9	0,0	1,1	1,4	0,65
7	120	2	1,0	0,4	0,6	0,0	2,0	0,41
5	135	2	0,8	0,9	0,0	2,4	1,7	0,86

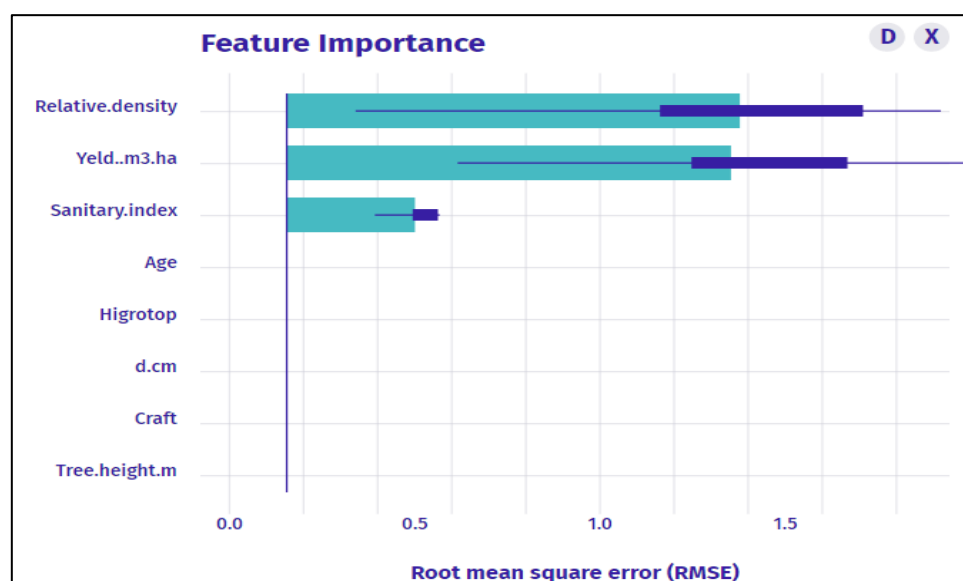


Рис. 2 Найбільш значимі змінні, що мають вплив на варіацію запасів деревної ламані (ліворуч – опадового шару; праворуч – ферментативного та гуміфікованого)

Висота ЖНП сягає 0,6 м та коливається у межах 10-60 см. Проективне покриття трав'яної рослинності у низькоповнотних насадженнях сягає 70%, у насадженнях з повною понад 0,8 трав'яна рослинність відсутня.

На варіацію запасів трав'яної рослинності найбільший вплив має запас насадження, повнота, вік та гігротоп (у сухих гігротопах виявлено більші запаси

трав'яної рослинності, що пояснюється нижчою зімкнутістю досліджуваних насаджень).

Таблиця 4

Запас трав'яної рослинності, підросту та підліску у чистих сосняках свіжих та сухих борів ДП «Лиманське ЛГ» та ДП «Кремінське ЛГ»

ПП	Вік, р	Повнота	Проективне покриття, %		Висота, м		Запас трав'яної рослинності, т/га			Запас підросту та підліску, т/га
			Живі	Відмерлі	Живі	Відмерлі	Живі	Відмерлі	Загалом	
1	135	0,5	10,75	21,8	0,4	0,2	0,4	0,3	0,7	4,7
2	60	0,45	10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	60	0,65	70	30,0	0,6	0,1	3,3	0,3	3,7	0,0
4	72	0,7	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
5	135	0,45	10	45,0	0,4	0,4	0,3	1,4	1,7	0,9
6	120	0,5	35	25,0	0,4	0,4	1,1	0,8	1,9	3,2
7	120	0,6	25	20,0	0,3	0,3	0,6	0,4	1,0	0,3
8	101	0,8	35	40,0	0,4	0,3	1,1	1,0	2,1	0,6
9	40	0,7	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	55	0,8	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	55	0,65	35	7,5	0,2	0,2	0,6	0,1	0,7	0,0
12	70	0,85	10	5,0	0,4	0,3	0,3	0,1	0,4	0,0
13	115	0,7	20	2,0	0,3	0,4	0,5	0,1	0,5	0,0
14	20	0,8	50	25,0	0,4	0,4	1,6	0,8	2,4	0,0
1К	83	0,8	5	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
2К	28	0,8	40	0,0	0,2	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0

Так, запаси трав'яної рослинності збільшувалися із зниженням повноти та погіршенням санітарного стану насадження та зі збільшенням віку насадження (рис. 3).

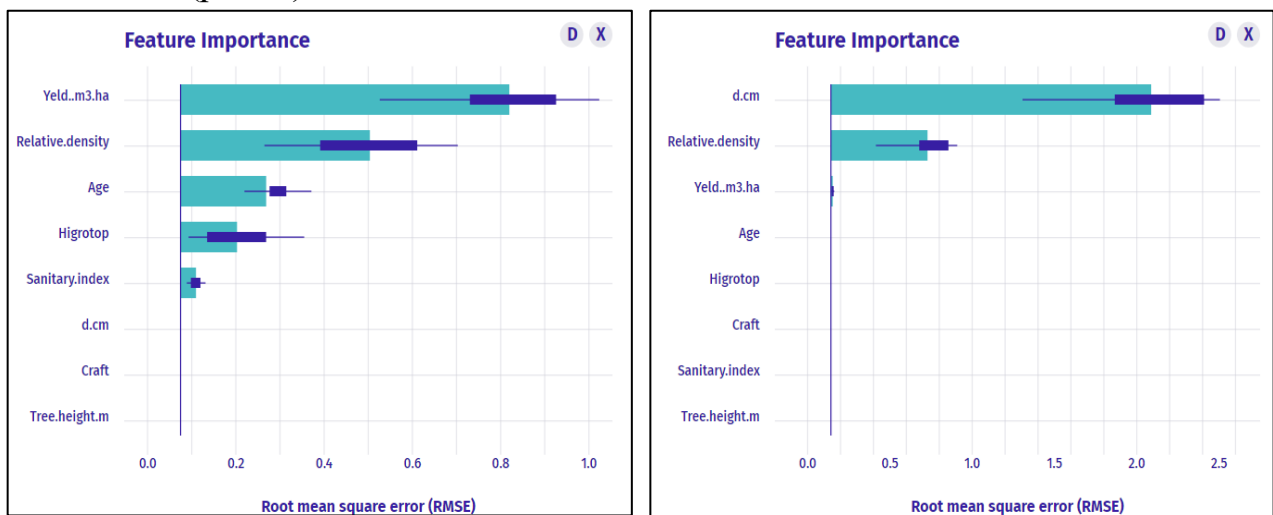


Рис. 3. Найбільш значимі змінні, що мають вплив на варіацію запасів трав'яної рослинності (ліворуч) та підросту з підліском (праворуч)

Для характеристики існуючих зав'язків між змінними, що характеризують елементи комплексу лісових горючих матеріалів та лісівничо-таксаційними показниками, побудовано кореляційну матрицю (рис.4).

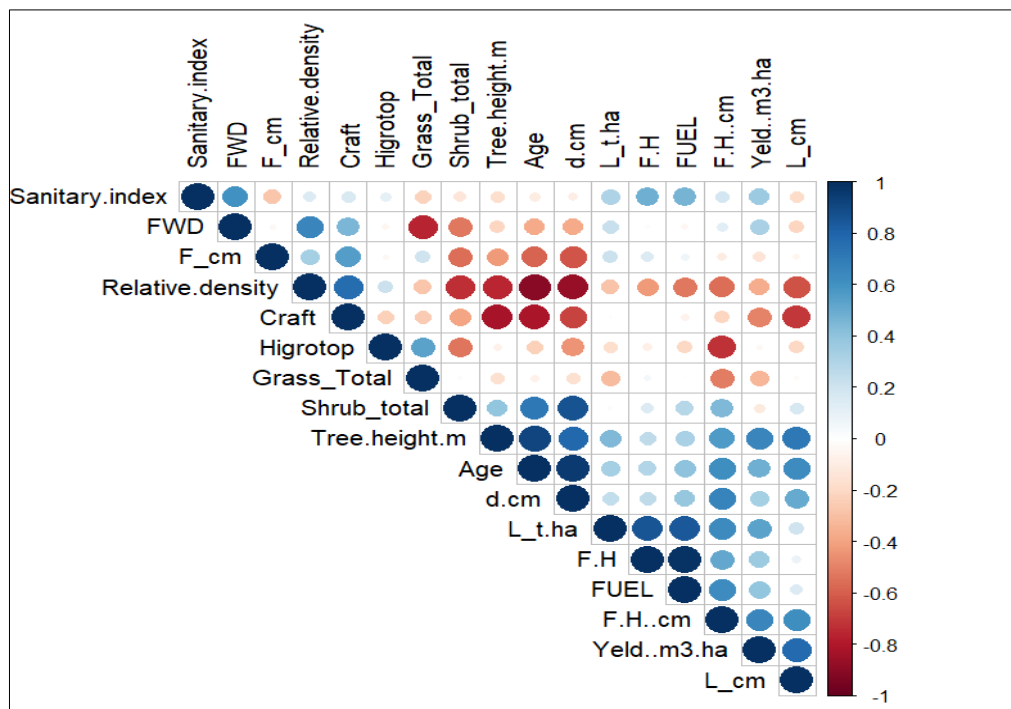


Рис. 4 Кореляційна матриця характеристики зв'язків між елементами комплексу ЛГМ та лісівничо-таксаційними показниками сосняків Байрачного Степу

Виявлено, що запас опадового шару (L) лісової підстилки має прямий помірний кореляційний зв'язок (зі збільшенням значень показника простежується збільшення запасу опадового шару підстилки) із санітарним станом насадження (0,31), його віком (0,34), запасом (0,42) та середньою висотою (0,44). Негативний зв'язок виявлено при аналізі запасу опадового шару з повнотою насадження (-0,31), тобто зі зниженням повноти насадження знижується також і запас опадового шару.

Запас ферментативного та гуміфікованого шарів (F+H) лісової підстилки має схожі кореляційні зв'язки, що і опадовий шар: прямий помірний кореляційний зв'язок із санітарним станом насадження (0,49), його віком (0,31) та негативний зв'язок з повнотою насадження (-0,43).

Запас деревної ламані (FWD) лісової підстилки має прямий помірний кореляційний зв'язок із санітарним станом насадження (0,6) та середньозваженим класом Крафта (0,46) та негативний зв'язок з віком насадження (-0,4). Тобто запаси деревної ламані збільшуються у періоди розвитку насаджень, які характеризуються найбільш інтенсивними темпами природнього зрідження або ж за рахунок погіршення санітарного стану насаджень, коли надходження відмерлих гілок з опадом збільшується.

Запас трав'яної рослинності має прямий негативний зв'язок з повнотою насадження (- 0,3), запасом насадження (- 0,56). Отже, запаси трав'яної рослинності збільшуються у низькоповнотних та низькопродуктивних

насадженнях. Запаси підросту та підліску мають схожу тенденцію прямий негативний зв'язок з повнотою насадження (- 0,74), середньозваженим класом Крафта (- 0,48) та прямий кореляційний зв'язок із віком насадження (0,71).

Обговорення отриманих результатів. За даними досліджень лабораторії екології лісу у соснових лісостанах Полісся запас підстилки варіює у межах від 15,5 до 104 тон/га (Voron et al., 2019; Voron et al., 2018a; Voron et al., 2018b), що значно перевищує обсяги, встановлені іншими авторами, для сосняків, що зростають у більш посушливих умовах Лісостепу України, де запаси лісової підстилки коливаються у межах 17,2 до 67,5 т/га (Sydorenko, 2019). У сосняках Байрачного Степу нами встановлені дещо менші запаси лісової підстилки, яка є основним горючим матеріалом, так запаси варіювали у межах 12,28 - 60,68 т/га. Тобто запаси підстилки у Байрачному Степу є близькими до запасів у Лівобережному лісостепу, разом із цим у роботах (Voron et al., 2019; Voron et al., 2018a; Voron et al., 2018b) наводяться дані про те, що відмінності запасів підстилки у свіжих та вологих умовах можуть перевищувати 50%. Таким чином тип лісорослинних умов може виступати основним чинником, що визначає спрямованість процесів акумуляції лісової підстилки. Зважаючи на це, варто провести додаткові дослідження з порівняння комплексів ЛГМ окремо для сухих та свіжих гігротопів та окремо для вологих та мокрих.

Відмінності також виявлено у товщині шарів лісової підстилки: 3,4 – 16,8 см на Поліссі та 1,4 – 10,4 см у Лісостепу України (Sydorenko, 2019), натомість у Байрачному Степу товщина підстилки варіює від 3 до 9 см. Зважаючи на такі розбіжності як у запасах ЛГМ так і кліматичних показниках цих природних зон, лісові горючі матеріали у типових соснових лісах Полісся (що ростуть переважно у вологих умовах) будуть висихати до горимого стану значно довше, але досягнувши стану пірологічної стиглості (готовність ЛГМ до займання) саме у лісах Полісся пожежі матимуть катастрофічні наслідки, натомість.

Аналіз запасів FWD різних фракцій у насадженнях різного віку та у різних умовах зволоженості не виявив суттєвих відмінностей. Основним фактором який впливає на збільшення запасу FWD (фракцій 10-hr та 100-hr) є запасом насадження ($r=0,9$ $p=0,05$). У такий спосіб акумуляція FWD більшою мірою залежить від продуктивності насадження і практично не залежить від трофності насадження, зволоженості ділянки та віку насадження.

Висновок. Запаси підстилки в соснових лісостанах Байрачного Степу збільшуються з віком (від 12,28 до 60,68 т/га), і практично не залежать від лісорослинних умов (дослідження проведено у межах сухого та свіжого борів). Запас лісової підстилки збільшується з віком і сягає піку у 70-120 річних сосняках (60,68 т/га). Значною мірою на запас лісової підстилки мають повнота насадження (запаси підстилки знижуються із зниженням повноти насадження та зниженням його загальної продуктивності – запасом насадження).

Запас FWD варіює у межах від 1,4 до 6,6 т/га та залежить від віку насадження, повноти, розподілу дерев у насадженні за класом Крафта, стану насадження. Виявлено, що запаси деревної ламані збільшуються у періоди розвитку насаджень, які характеризуються найбільш інтенсивними темпами природнього зрідження або ж за рахунок погіршення санітарного стану насаджень, коли надходження відмерлих гілок з опадом збільшується.

Зниження повноти та зімкнутості насадження проковує накопичення значних запасів ЖНП – від 0 до 3,7 т/га. Висота ЖНП у сосняках Байрачного Степу сягає 0,6 м та коливається у межах 10-60 см. Проективне покриття трав'яної рослинності у низькоповнотних насадженнях сягає 70%, у насадженнях з повною понад 0,8 трав'яна рослинність відсутня.

Встановлені особливості комплексу ЛГМ сосняків Байрачного Степу будуть використані для розробки регіональних моделей горючих матеріалів та регіональних мап ЛГМ.

References

1. Voron V, Sydorenko S, Melnyk E, Koval I. 2019. Forest litter reserves in the suburban for-ests of Kharkiv region as a main forest fuel in pure pine forests. Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy. Vol. 1, p. 27-34. Access mode: <https://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2019/01/05.pdf>
2. Voron V. P., Sydorenko S. H., Tkach O. M. 2018a. Litter structure as an indicator of potential fire risk in the Polissya pine forests. Silviculture and forest melioration. Vol. 132. P. 115–123.
3. Voron V. P., Tkach O. M., Sydorenko S. H., Melnyk Ye. Ye. 2018b. Load of forest litter and ground vegetation as an indicator of fire risk in the Polissya pine forests. Proceedings of the Forestry Academy of sciences of Ukraine. P. 9–16.
4. Sydorenko S. (2019). The estimation of litter mortmass as the basic fire fuel of pinewood forests in the Left-bank Forest Steppe. Forestry and horticulture. 2019. Issue 14. 10 p. Access mode: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Lis/article/view/12601>
5. Lutes D. C., Keane R. E., Caratti J. F., Key C.H., Benson N. C., Sutherland S., Gangi L. J. (2006). FIREMON: Fire effects monitoring and inventory system. Rocky Mountain Research Station, Natural Resources Research Center. Missoula. Montana. 398 p.
6. Hurzhii, R. V., & Yavorovsky, P. P. (2018). The stocks of surface forest fuels in the forests of Kyiv Polissya zone, Ukraine. Forestry and Forest Melioration, (132), 124–130. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.132.2018.124>
7. Voron V., Tkach O., Sydorenko S., Melnyk Ye. (2018). Stock of forest litter and ground vegetation as an indicator of fire risk in the pine forests of Polissya Proceedings of the Forestry Academy of sciences of Ukraine, 16. P. 9–16. <https://doi.org/10.15421/411807>
8. Zibtsev S. V., Myroniuk V. V., Bohomolov V. V., Soshenskyi O. M., Humeniuk V. V., Koren V. A. (2018). Switching from a fire prevention project to a decision support system within the integrated fire management system. Problems of forest tax development, forest management and inventory of forests. Kyiv. P. 58–60.
9. Kurbatskiy, N. P. (1970). Investigation of the quantity and properties of forest fuel. In: Issues of forest pyrology. Krasnoyarsk: Institute of Forest of the Siberian Division of the Russian Academy of Sciences, 5-58.
10. Levchenko, V. V., Borsuk, O. A., Borsuk, A. A. (2015). Forest combustible materials. Kyiv, NUBIP of Ukraine, 237 p.

11. Nesterov V. H. (1945). Fire protection of the forest: monograph. Moscow: Goslestekhzdat, 175 p.
12. Rodin, L. E., & Bazilevich, N. I. (1965). Dynamics of organic matter and biological cycling in the main types of vegetation. Moscow: Science. 254 p.
13. Chornobay, Yu. M. (2000). Transformation of plant detritus in natural ecosystems. Lviv: State Natural History Museum of the National Academy of Sciences of Ukraine (in Ukrainian). 352 p.

**S.H. Sydorenko¹, V.O. Korsovetskyi¹, P.P. Yavorovskyi², R.V. Hurzhii²,
S.V. Sydorenko¹**

¹*Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration, Kharkiv, Ukraine*

²*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

TERRESTRIAL FOREST FUEL COMPLEXES IN THE PINE STANDS OF THE BAYRACH STEPPE OF UKRAINE

In connection with the growing pressure of a complex of climatic and socio-economic factors fire managers all around the globe faced a significant increase in fire risks, which makes the deep pyrological research more urgent. The article describes the main elements and trends of the formation of fuel complexes in the pine plantations of the Bayrachny Steppe. The research was carried out in pure pine stands of different ages growing in dry and fresh forest types on the territory of Lymanske and Kreminske forest enterprises. During the study, following components of the fuel complex were estimated: forest litter by layers of mineralization (L, F, H), fine (FWD) and coarse (CWD) woody debris by thickness classess (1hr, 10hr, 100hr, 1000hr); live (vegetating) and dead fuel (plant in ground cover, trees undergrowth). It was established that in pine plantations, significant load of litter accumulated - from 12.28 to 60.68 t/ha. Litter thickness varies from 3 to 9 cm. With the help of the XGBoost algorithm, it was found that the greatest influence on the variation of forest litter load have the sanitary condition of the stand, age, relative density and weighted average Kraft class. It was found that the hygrotop (dry and fresh types of conditions) did not have a significant influence on the total stocks of forest litter, the key role was played by forestry indicators. We found that stocks fine woody debris (FWD) vary from 1.4 to 6.6 t/ha. Stocks of FWD in pine forests ranged from 1.4 to 6.6 t/ha. The supply of cones in the fall varied within 0.10-6.45 t/ha. The stock of the CWD was not uniform and was found only in some plantations, its stock did not exceed 2.9 t/ha. It was found that the FWD variation is most influenced by the relative density of the tree stand, the stock and the sanitary condition. Thus, FWD stocks increase as stand stock increases, completeness increases, and stand health deteriorates. It was found that in pine plantations, with a decrease in the relative density and crown coverage of the plantation, significant reserves of grasses accumulates - from 0 to 3.7 t/ha. The height of the grasses reaches 0.6 m and ranges from 0.10 to 0.60 m. The projective coverage of grass in low-density stands reaches 70%, in stands with a relative density of more than 0.8 there is no grass vegetation. The stock of grasses has a direct negative correlation with the relative density of planting ($r = -0.3$), the stock of pine stand ($r = -0.56$). In this way, reserves of herbaceous vegetation increase in open stands and low-productivity plantations. Stocks of undergrowth and understory have a similar trend, a direct negative relationship with the completeness of the stand ($r = -0.74$), weighted average Kraft class ($r = -0.48$) and a direct correlation with the age of the stand ($r = 0.71$). The established features of the fuel complex in pine forests of the Bayrachny Steppe will be used for the development of regional fuel models set as well as for regional fuel maps.

Key words: forest fuel; forest litter; fire hazard; fine and coarse woody debris.

І. М. Сопушинський¹, Я. М. Кополовець¹, М. М. Касадо-Санч², Р. А. Торес²

¹Національний лісотехнічний університет України, Львів, Україна,

²Університет м. Вальядолід, Паленсія, Іспанія

ВИСОТНО-ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗНИЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ДЕРЕВ ЯЛИЦІ БІЛОЇ ДО ХВОРОБ І ШКІДНИКІВ

В статті проаналізовано причин відмирання ялиці білої віком від 30 до 60 років. Ураження дерев здебільшого відбувається через вплив сильного сонячного проміння на кору молодих дерев, що зумовлює зниження її життєвості та появу некрозу ялицевої живої кори. У ялицевих насадженнях розвиток грибкового захворювання зумовлений високою відносною вологістю повітря у весняний період, що сприяє поширенню спор *Melampsorella cerastii* Wint. через проміжного живителя – зніта вузьколистого (*Epilobium angustifolium*), на листках якого розвиваються уредо- та телеїтостадії і утворюються базидіоспори. Досліджено, що зніт вузьколистий як невід’ємна проміжна ланка у завершальному життєвому циклі та поширенні іржастого гриба, росте на лісових зрубах, просіках, галявинах та поблизу доріг, а його рясність підвищується зі збільшенням абсолютної висоти від 365 м до 1042 м н.р.м. Грибний міцелій проникає у стовбури через незначні механічні пошкодження кори та гілля. Ослаблені дерева легко уражаються шкідниками кори та деревини. Біологічним пошкодженням охоплюються дерева віком від 30 до 120 років, на стовбурах яких навесні та наприкінці літа утворюється яскраво-білий восковий вовняний наліт іржастого гриба, що є їх важливою діагностичною ознакою. Ослаблені дією *Melampsorella cerastii* Wint. дерева ялиці білої піддаються нападу шкідників, зокрема – личинками *Trypodendron lineatum*, які зумовлюють утворення червоточин – ходів та отворів у деревині, що значно погіршує якість круглих лісоматеріалів. Між густиною червоточин, діаметром їх отворів та середнім діаметром круглих лісоматеріалів, встановлено прямолінійну залежність. Густина та діаметр червоточини зменшується від відземкової частини до вершини стовбура, а її збільшення доцільно пов’язувати зі зменшенням природної стійкості деревини ялиці білої. З метою недопущення втрати сортності лісоматеріалів рекомендуємо фахівцям лісової галузі своєчасно виявляти дерева ялиці білої, які є біологічно ураженими грибом *Melampsorella cerastii* Wint, та проводити їх заготівлю до моменту їх пошкодження личинками комах.

Ключові слова: ялиця біла, *Melampsorella cerastii* Wint., зніт вузьколистий, *Trypodendron lineatum*, червоточина, круглий лісоматеріал.

Вступ. Однією із найпоширеніших причин відмирання ялиці білої доцільно назвати іржу хвої та некроз кори. Останній уражає дерева віком від 30

¹Сопушинський Іван Миколайович, д-р с.-г. наук, професор, професор кафедри ботаніки, деревинознавства та недревних ресурсів лісу. E-mail: sopushynskyy@nltu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-7392-9385>;

¹Кополовець Ярослав Михайлович, аспірант. E-mail: ja.kopolovec@nltu.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0002-4581-7466>;

²Марія Мілагрос Касадо-Санч, професор. E-mail: mmcasado@uva.es; <https://orcid.org/0000-0002-1860-5230>;

²Рауль Арахо Торес, доцент

до 60 років через вплив сильного сонячного проміння на кору молодих дерев, що зумовлює зниження її життєвості. Некроз ялицевої живої кори (флоеми) є складним захворюванням, яке обумовлене кліматичними чинниками та ураженнями комах (зазвичай бальзаміном шерстисто-адельгідним (*Adelges piceae*), що зумовлює зараження деревної рослини грибом *Neonectria neomacrospora* (неонектрії) [7; 9]. *Adelges piceae* поширений на ялиці білій і має незавершений життєвий цикл, оскільки розмножується лише безстатевим шляхом [8]. Водночас, грибок неонектрії проникає через механічні пошкодження кори стовбура і спричиняє відмирання камбіальних клітин і як наслідок зумовлює усихання деревної рослини.

Об'єкт дослідження – стовбурна деревина ялиці білої.

Предмет дослідження – ураження стовбурної деревини личинками комах *Trypodendron lineatum*.

Мета роботи – дослідити висотно-екологічні особливості ураження стовбурної деревини ялиці білої личинками комах *Trypodendron lineatum* в лісорослинних умовах Українських Карпат.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження:

- вивчити поширення зніту вузьколистого (*Epilobium angustifolium*) у різних висотно-екологічних умовах Українських Карпат;
- визначити відмінності ураження личинками комах *Trypodendron lineatum* за висотою стовбура ялиці білої.

Іржа хвої викликається грибом *Melampsorella cerastii* Wint., що проявляється на хвої у вигляді помаранчевих ецидій, ракових виразок чи здуття на стовбурі, а також утворення смоли. У ялицевих насадженнях розвиток грибкового захворювання обумовлений високою відносною вологістю повітря у весняний період, що сприяє поширенню спор *Melampsorella cerastii* Wint. через проміжного живителя зніта вузьколистого (*Epilobium angustifolium*), на листках якого розвиваються уредо- та телейтостадії і утворюються базидоспори, які поширюються вітром та уражають ялицю білу через механічні пошкодження кори дерева. Проростання базидіоспор дає грибницю, яка уражає клітини камбію та викликає їх подразнення і як наслідок розтріскування кори та оголення стовбурної деревини.

Науковою новизною отриманих результатів дослідження – вперше досліджено висотно-екологічні особливості ураження личинками комах в лісорослинних умовах Українських Карпат.

Практична значущість результатів дослідження – полягає у встановленні впливу поширення зніту вузьколистого у різних висотно-екологічних умовах та визначенні відмінностей ураження личинками комах

Trypodendron lineatum стовбурної деревини ялиці білої.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Комахи-шкідники регулярно уражають деревні рослини і відіграють важливу роль у динаміці лісових екосистем. Водночас масове збільшення популяції комах до руйнівних розмірів сприяє спалаху хвороб, що має катастрофічний вплив на життєво важливі функції лісової екосистеми та призводить до значних економічних втрат [1; 10]. У таких екологічних умовах важливе значення відграє фахова обізнаність про проблеми зі здоров'ям дерев, зокрема знання біотичних чи абіотичних чинників, а також прогнозування наслідків забруднення довкілля. Іноді знання невагомої проблема є достатніми, щоб уникнути значних фінансових затрат для локалізації негативних впливів на лісові екосистеми. Важливою складовою є діагностування комах-шкідників на ранній стадії та масштаб ураження у лісових насадженнях. З огляду на це лісівничого значення набувають візуальні навички первинної оцінки санітарного стану дерев [4].

Результати дослідження Manion P. D. [11] свідчать, що масове відмирання лісових деревних порід доцільно розглядати як ураження трьома взаємопов'язаними факторами. Насамперед це генетичні особливості деревного виду та умови місцезростання, на формування яких надто впливає антропогенний чинник. Водночас до основних належать різновиди патогенів та шкідливих організмів. До біотичних чинників, які зумовлюють відмирання деревної рослини, дослідник зарахував гриби-збудники, хвороби, комахи, бактерії, нематоди, вищі рослини паразити та напівпаразити тощо. Підсумовуючи вищенаведене важливо зазначити, що проявлення хвороби можливе тільки внаслідок взаємодії всіх перерахованих вище чинників.

Щодо цього варто відмітити, що у природних хвойних насадженнях періодично діють стресові впливи абіотичного та біотичного характеру, а також відбуваються природні катастрофи на великих площах, як приклад можна навести вітровали, буревії, пожежі тощо). Такі зміни в лісових екосистемах зумовлюють відмирання не тільки окремих дерев, але й біогруп і навіть деревостанів на значних площах [7; 9]. Перебіг біологічного ураження стовбурної деревини і ступінь ураження комахами та розвиток хвороби здебільшого залежить і від екологічних умов та тривалості захворювання, яке відображає часовий вплив від початку інфікування та перших фізіологічних змін у хворій деревній рослині і аж до проявів діагностичних ознак захворювання.

Матеріал і методи дослідження. Висотно-екологічні особливості ураження личинками комахи *Trypodendron lineatum* стовбурної деревини ялиці білої ялиці білої досліджено у Тур'я-Реметівському лісництві ДП «Перечинське лісове господарство» на абсолютних висотах від 365 до 1042 м н.р.м. фітоценотична характеристика. Важливою ценотичною ознакою асоціації

буково-ялинових лісів (*Fageto-Abietum mercurialidosum*) є рясність, за якою можна визначити ступінь участі особин виду в ценозі, а отже прогнозувати його розвиток. Для окомірного визначення рясності зніту вузьколистого використано шкали Г. М. Висоцького та Н. Ф. Комарова, які враховують кількість особин на площі виявлення [2–5].

Пошкодження деревини комахами та їх личинками має вигляд дірок (рис. 1). Їх класифікують на поверхневі до 3 мм, неглибокі до 15 мм і глибокі більше 15 мм в круглих лісоматеріалах. Ці ураження порушують структуру та щільність деревини і сприяють поширенню спор грибів.



Рис. 1. Ураження деревини комахами *Trypodendron leneatum*





Оброблення результатів дослідження виконано з використання програмного забезпечення SPSS 17.0.

Результати дослідження та їх обговорення. Результати вивчення особливостей поширення зніту вузьколистого у районі дослідження подано у табл. 1.

В лісорослинних умовах району дослідження встановлено, що зніт вузьколистий (іван-чай) найчастіше поширений на лісових зрубках, просіках, галявинах та поблизу доріг. Його цвітіння в межах абсолютної висоти від 365 м до 1042 м н.р.м. триває з червня по серпень. Вид є обов'язковою ланкою у завершальному життєвому циклі та поширенні іржастого гриба [9]. Результати дослідження особливостей висотно-екологічного поширення зніту вузьколистого свідчать, що зі збільшенням абсолютної висоти зростає рясність виду. Водночас найбільше поширення зніту вузьколистого на абсолютній висоті 1042 м н.р.м. доцільно пов'язувати зі збільшенням площ галявин.

На абсолютній висоті 365 м н.р.м. вид здебільшого трапляється поблизу доріг та на лісових зрубках, що обумовлено його світлолюбивістю (рис. 2).

Висотно-екологічні особливості поширення *Epilobium angustifolium*

Горизонтальні координати	Абсолютна висота, м н.р.м.	Шкали рясності виду за		Фотографії досліджуваних ділянок
		Г.М. Висоцького	Н. Ф. Комаровим	
48°45'44" пн.ш. 22°42'50" сх.д.	365	п – поодинокі особини, одна-дві особини на ділянці	10 – 100 шт. на 1 га	
48°45'56" пн.ш. 22°44'21" сх.д.	518	1 – слабе поширення, вкриває менше 5% площі	10 – 100 шт. на 1 га	
48°46'31" пн.ш. 22°46'5" сх.д.	785	2 – помірне поширення виду, вкриває 5 – 20% площі	не більше 10 шт. на 100 м ²	
48°45'29" пн.ш. 22°41'22" сх.д.	1042	3 – рясне поширення виду, вкриває 20 – 50% площі	20 – 40 шт. на 100 м ²	

Висотно-екологічна особливість сприяє поширенню зніту вузьколистому його базидіоспорами вниз по схилу і як наслідок – біологічному ураженню ялиці білої.

Грибний міцелій проникає у стовбури через незначні механічні пошкодження кори та гілля. Ослаблені дерева легко уражаються шкідниками кори та деревини. Біологічним пошкодженням охоплюються дерева віком від 30 до 120 років, на стовбурах яких навесні та наприкінці літа утворюється яскраво-білий восковий вовняний наліт іржастого гриба, що є їх важливою діагностичною ознакою [9].

Ураження личинками комахи *Trypodendron lineatum* зумовлюють утворення вади деревини червоточини – ходів та отворів у деревині [4].

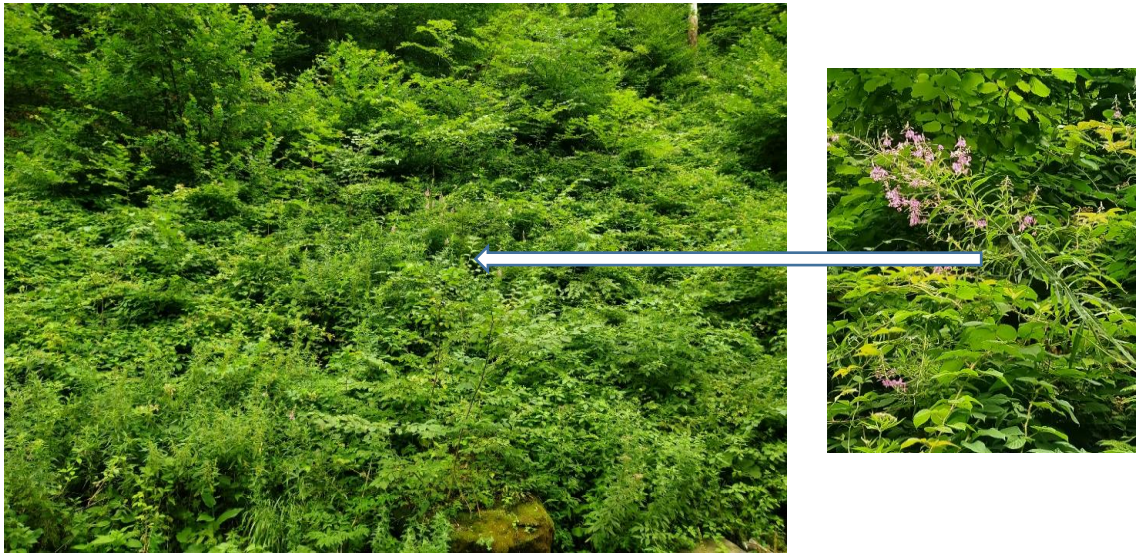


Рис. 2. Зніт вузьколистий на лісовому зрубі

Результати дослідження залежності червоточини від середнього діаметру круглого лісоматеріалу подано на рис. 3.

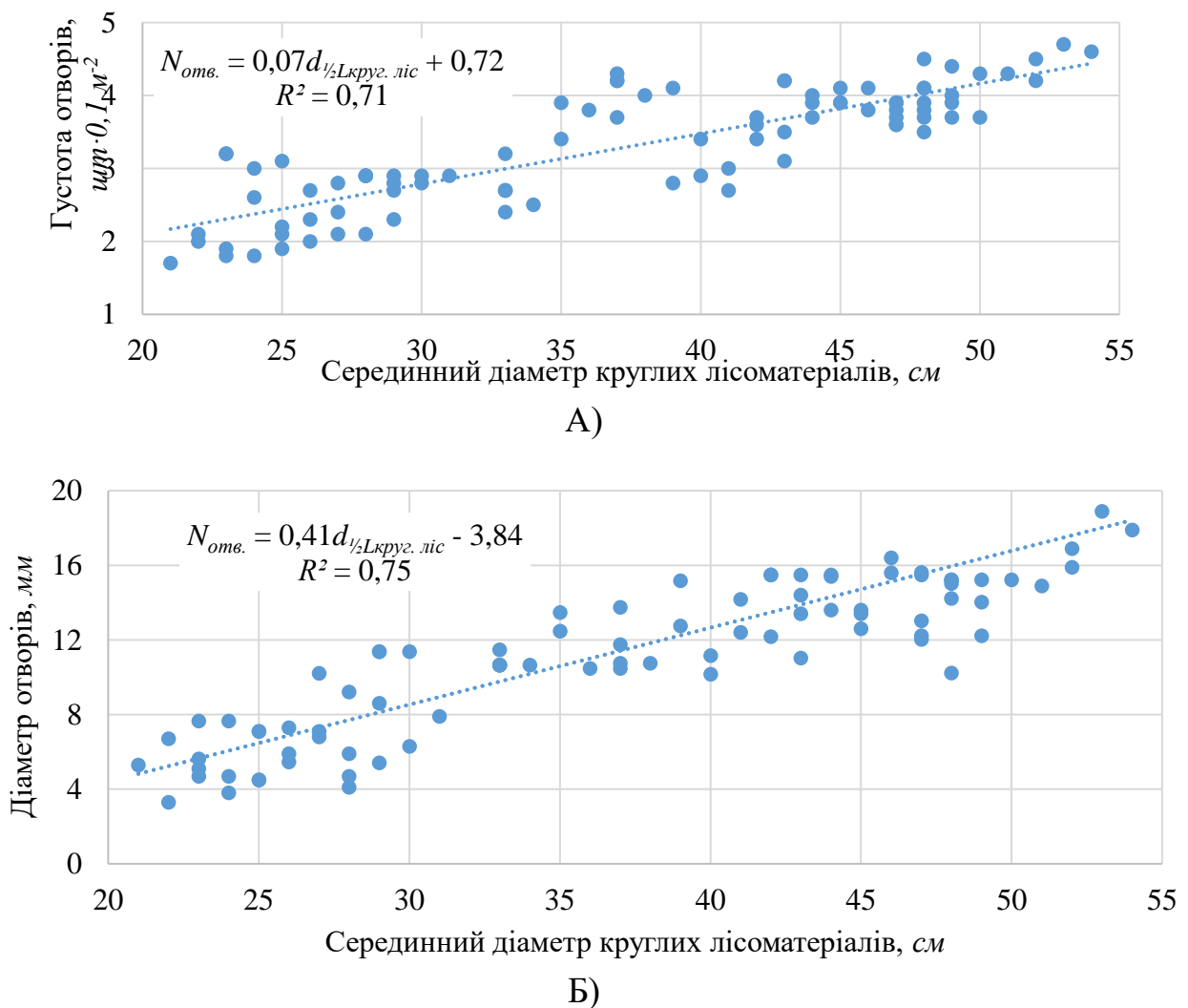


Рис. 3. Залежність між густрою (А), діаметром (Б) отворів та середнім діаметром круглих лісоматеріалів

Як видно з рис. 3, залежність між густрою червоточини ($N_{отв.}$) та серединним діаметром круглих лісоматеріалів описується рівнянням першого порядку – $N_{отв.} = 0,07d_{\frac{1}{2}L_{круг. ліс}} + 0,72$ ($R^2 = 0,71$). Між діаметрами отворів (ходів), які утворені личинками комахи *Trypodendron lineatum*, та серединним діаметром круглих лісоматеріалів ялиці білої існує також пряmolінійна залежність, яка описується рівнянням – $N_{отв.} = 0,41d_{\frac{1}{2}L_{круг. ліс}} - 3,84$, ($R^2 = 0,75$). Результати дослідження червоточини деревини ялиці білої свідчать про збільшення густоти та діаметру отворів із зростанням діаметру стовбура, що доцільно пов'язувати зі зменшенням природної стійкості деревини. Важливим фактором є також своєчасне діагностування вогнища ураження комахи *Trypodendron lineatum* та його локалізація. Водночас варто наголосити на відмінності ураження личинками комах різних частин стовбура дерева (рис. 4).

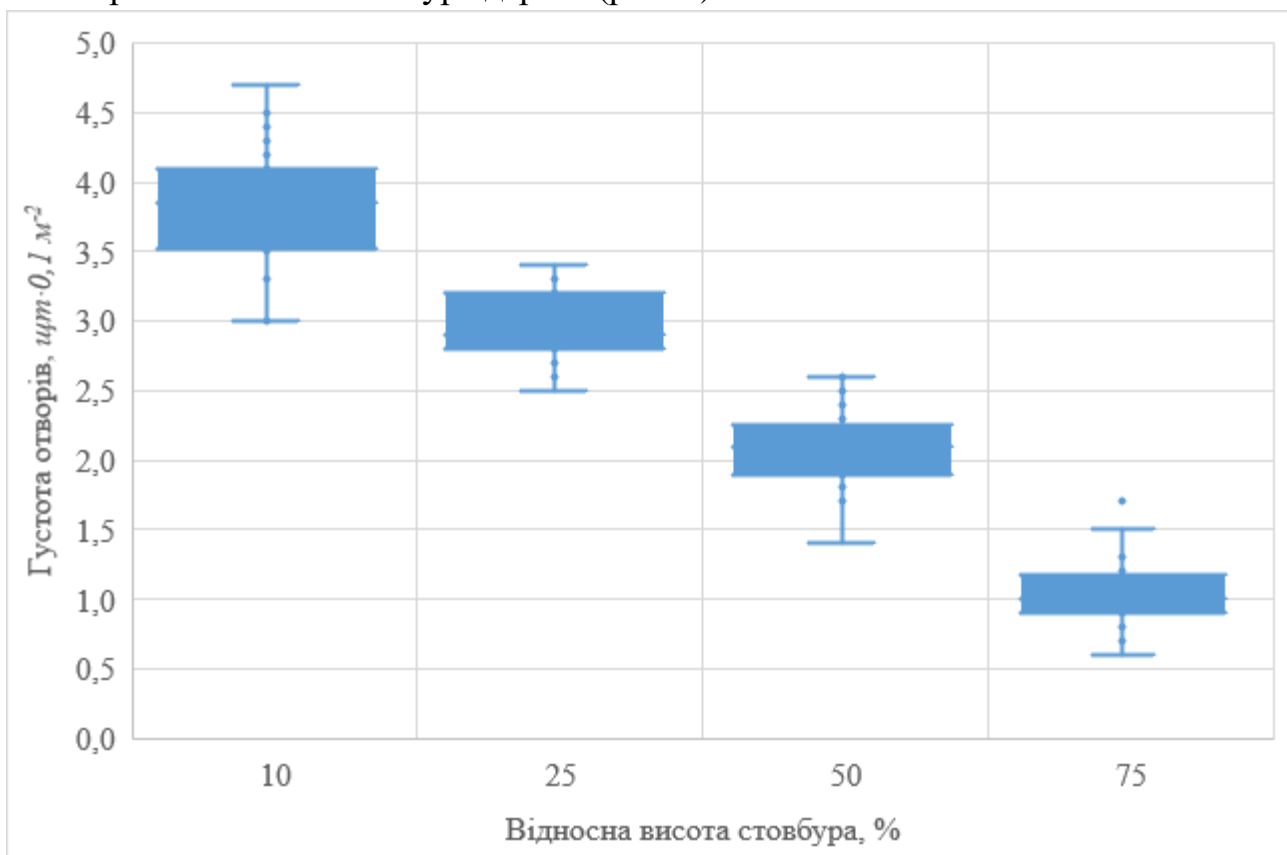


Рис. 3. Ураження личинками комахи *Trypodendron lineatum* за висотою стовбура

Біологічні пошкодження личинками комахи *Trypodendron lineatum* свідчать, що найбільших уражень зазнає стовбурна деревина від комлевої частини до $\frac{1}{4}$ висоти стовбура (рис. 4). Треба зазначити, що діаметр червоточини (отворів у деревині) є більшим 3 мм і знижує сортність круглих лісоматеріалів до класу якості деревини D.

З метою недопущення втрати сортності лісоматеріалів рекомендуємо фахівцям лісової галузі своєчасно виявляти дерева ялиці білої, які є біологічно

уражені грибом *Melampsorella cerastii* Wint, та проводити їх заготівлю до їх пошкодження комахами. Статистичну характеристику біологічного ураження круглих лісоматеріалів ялиці білої подано у таблиці 2.

Таблиця 1

Статистична характеристика біологічних уражень стовбурів

Показники	Мінімальне значення	Середнє арифметичне значення та його помилка	Максимальне значення	Коефіцієнт варіації, %	Показник точності, %	
Серединний діаметр стовбурів без кори, см	21	37 ^{±1,02}	54	25,9	2,7	
Діаметр отворів, см	3,3	11,6 ^{±0,49}	22,0	39,7	4,2	
<i>Густина отворів</i>						
Відносна висота стовбура	10%	3,0	3,8 ^{±0,09}	4,7	11,4	2,3
	25%	2,5	2,9 ^{±0,07}	3,4	8,9	2,3
	50%	1,4	2,1 ^{±0,05}	2,6	12,6	2,2
	75%	0,6	1,1 ^{±0,07}	1,7	26,3	6,6
Середнє значення	1,7	3,3 ^{±0,08}	4,7	23,9	2,5	

Серединний діаметр досліджуваних стовбурів перебуває у межах від 21 см до 54 см із середнім значенням 37 см, що дало змогу проаналізувати особливості ураження червоточиною за висотою та віком дерева. Діаметр отворів змінювався від 3,3 мм до 22 мм із середнім діаметром 11,6 мм. Результати дослідження густоти отворів за висотою стверджують про збільшення її густоти за висотою стовбура. На відносній висоті 10% густина отворів варіює від 3,0 шт./0,1 м² до 4,7 шт./0,1 м² із середнім значенням 3,8 шт./0,1 м². Найменшою густиною ураження червоточини характеризується стовбурна деревина на відносній висоті 75%, що змінюється від 0,6 шт./0,1 м² до 1,7 шт./0,1 м² із середнім значенням 1,1 шт./0,1 м². Однак варіація густоти пошкодження червоточиною істотно залежить від тривалості ураження личинкою комахи *Trypodendron lineatum*. Узагальнюючи сказане доцільно вказати на збільшення біологічного пошкодження червоточиною від комлевої частини стовбура до її вершини та зі збільшенням його серединного діаметру, а також личинки комахи *Trypodendron lineatum* здебільшого уражають ослаблені дерева іржастим грибом *Melampsorella cerastii* Wint.

Висновки. Зніт вузьколистий (іван-чай) є необхідною проміжною ланкою у завершальному життєвому циклі та поширенні іржастого гриба і найбільше поширений на лісових зрубках, просіках, галявинах та поблизу доріг, а його рясність збільшується зі збільшенням абсолютної висоти від 365 м до 1042 м н.р.м.

Між густиною червоточини, діаметром їх отворів, які утворені личинками комах *Trypodendron lineatum* та середнім діаметром круглих лісоматеріалів встановлено прямолінійну залежність. Густина та діаметр червоточини зменшується від відземкової частини до вершини стовбура, а її збільшення доцільно пов'язувати зі зменшенням природної стійкості деревини ялиці білої.

References

1. Holubets M. A. Suchasni problemy lisoznavstva, lisivnytstva ta lisovoho hospodarstva. Nauk. pratsi LANU. 2003. Vyp. 2. S. 20–26.
2. Kuzmishyna I. I., Kotsun L. O., Kotsun B. B. Fitotsenolohiia ta metodyka vykladannia fitotsenoziv u shkoli : metodychni rekomendatsii do laboratornykh zaniat dlia studentiv biolohichnoho fakultetu. Lutsk: Druk PP Ivaniuk V. P., 2017. 80 s.
3. Soroka M. I. Roslynnist Ukrainskoho Roztochchia: monohrafiia. Lviv: Svit, 2008. 434 s.
4. TU Ukraine 16.1-00994207-001:2018. Lisomaterialy kruhli ta pyliani. Vizualni kharakterystyky. Klasyfikatsiia, terminy ta vyznachennia, sposoby vymiriuvannia. Tekhnichni umovy. Kyiv: Ministerstvo ekonomichnoho rozvytku, 2018. 132 s.
5. Iakubenko B. Ye., Popovych S. Yu., Ustymenko P. M. Neobotanika: pidruchnyk. K.: Fitosotsiotsentr, 2016. 347 s.
6. Can forests management based on natural disturbances maintain ecological resilience? / C. R. Drever et al. *Can. Jour. For. Res.* 2006. 36. P. 2285–2299.
7. Feemers M, Blaschke M, Lang KJ. Tannen-Rindennekrose – eine Komplexkrankheit an der Weißtanne. *AFZ/DerWald.* 2005. 60. S. 178–179.
8. Havill NP, Foottit RG. Biology and Evolution of Adelgidae. *Annu Rev Entomol.* 2007. 52. P. 325–349.
9. John R. Tannen-Rindennekrose in Baumhölzern. *AFZ-DerWald.* 2011. 11. S. 30–33.
10. Managing climate change impacts to enhance the resilience and sustainability of Fennoscandian forests / F. S. Chapin et al. *Ambio.* 2007. 36. P. 528–533.
11. Manion P. D. Tree Disease Concepts. NJ: Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1991. 409 p.

ALTITUDE-ECOLOGICAL FEATURES OF REDUCED RESISTANCE OF WHITE FIR TREES TO DISEASES AND PESTS

*The reasons for the death of Silver fir aged from 30 to 60 years are analyzed in the scientific article. Damage to trees mainly occurred due to the influence of strong sunlight on the bark of young trees, which leads to a decrease in its vitality and the appearance of necrosis of the living fir bark. In fir stands, the development of a fungal disease was caused by high relative humidity in the spring, which promoted the spread of *Melampsorella cerastii* Wint spores. through an intermediate feeder, *Epilobium angustifolium*, on the leaves of which uredo- and teleito stages developed and basidiospores was formed. It is investigated that *Epilobium angustifolium* as an integral part in the final life cycle and distribution of rust fungus is most common in forest felling area, clearings, meadows and near roads, and its abundance increased with increasing altitude from 365 m to 1042 m a.s.l. Fungal mycelium penetrates the trunks through minor mechanical damage to the bark and branches. Weakened trees are easily affected by bark and wood pests. Biological damage covers trees aged from 30 to 120 years, on the trunks of which a bright white waxy woolly coating of rust fungus forms on the trunks in spring and at the end of summer, which is their important diagnostic feature. Weakened by *Melampsorella cerastii* Wint. white fir trees are attacked by pests, in particular – larvae of *Trypodendron lineatum*, which lead to the formation of wormholes - passages and holes in the wood, which significantly deteriorates the quality of round timber. A linear relationship was established between the density of wormholes, the diameter of their holes, and the median diameter of round lumber. The density and diameter of the wormhole decreases from the root part to the top of the trunk, and its increase should be associated with a decrease in the natural stability of white fir wood. In order to prevent the loss of the quality of timber, we recommend that forestry specialists timely identify white fir trees that are biologically affected by the fungus *Melampsorella cerastii* Wint, and harvest them before they are damaged by insect larvae.*

Key words: *Silver fir, wormhole, *Trypodendron lineatum*, *Epilobium angustifolium*, round timber.*

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *MALUS* MILL. В ОЗЕЛЕНЕННІ М. БІЛА ЦЕРКВА

На підставі опрацювання літературних джерел досліджено історію використання яблунь у декоративних цілях. З'ясовано, що в Україні культура яблуні має багатовікову історію, започатковану з монастирських і княжих садів Київської Русі (IX-XI ст.). Проведено літературний аналіз таксономічного складу роду яблуня (*Malus* Mill.) з родини *Rosaceae*, який, на думку різних авторів, включає від 25 до 62 видів. Відзначено роль північноамериканських крестів як декоративних яблунь, а також їх перспективність у естетичному поліпшенні міських насаджень і промислових зон. З'ясовано основні переваги і декоративні характеристики яблунь для використання на садово-паркових об'єктах міста – невеликі розміри дерев, різноманітні форми крон, пластичність до формування, надзвичайна декоративність дерев під час цвітіння і бутонізації, плоди, що розрізняються за формою, розмірами, забарвленням і залишаються на гілках впродовж тривалого часу. Наголошено на можливість суттєвого розширення асортименту декоративних яблунь у озелененні міст за рахунок існуючого значного видового і формового різноманіття у колекціях ботанічних садів, озеленювальних установ, садових центрів. Дослідження проводилися з метою визначення таксономічного складу представників роду *Malus* у насадженнях міста, дослідити особливості їх сезонного росту та розвитку, оцінити посухостійкість та зимостійкість в умовах Білої Церкви. На садово-паркових об'єктах міста було визначено екземпляри видів *M. domestica*, *M. Niedzwetzkyana*, *M. orientalis*, *M. sylvestris*, *M. baccata*. Встановлено, що представники роду *Malus* за своїми еколого-біологічними особливостями цілком відповідають умовам міста Біла Церква. Встановлено, що вегетаційний період у декоративних яблунь в умовах Білої Церкви починається в кінці березня і закінчується в середині-кінці жовтня. З'ясовано, що найдовший вегетаційний період мають *M. baccata* та *M. sylvestris*, найкоротший період вегетації притаманний *M. orientalis* та *M. niedzwetzkyana*. Отже, представники роду *Malus* вкладаються у вегетаційний період регіону дослідження, та до кінця вегетації закінчують ріст. Оцінено вплив негативного фактору літнього періоду для декоративних культур – посухи на збереження декоративних якостей яблунь в міських насадженнях. За результатами оцінки посухостійкості встановлено, що досліджені види витримують нетривалі посушливі періоди без помітних пошкоджень. Встановлено, що всі досліджені види декоративних яблунь є зимостійкими. За результатами проведених досліджень підтверджено, що види та форми роду *Malus* є перспективними для створення ландшафтних композицій у насадженнях загального та спеціального користування.

¹Масальський Владислав Петрович, канд. біол. наук, доцент; доцент кафедри садово-паркового господарства. E-mail: vlad.masalskiy71@gmail.com; orcid 0000-0001-8001-2631;

¹Олешко Олена Геннадіївна, канд. с. - г. наук, доцент; доцент кафедри садово-паркового господарства; E-mail: olena-ole@ukr.net; orcid 0000-0001-5263-1347.

Ключові слова: декоративні яблуні; зелені насадження; озеленення; посухостійкість; зимостійкість.

Вступ. У міському озелененні дерева у ансамблі з кущами, газонами й квітниками утворюють гармонійні міські пейзажі. Серед численних видів деревних рослин, які можуть бути використані у зелених насадженнях урбанізованих просторів, на особливу увагу заслуговують представники роду *Malus*. Рід яблуня (*Malus* Mill.) з родини *Rosaceae* представлений великою кількістю таксонів – нараховується в середньому 50 видів, що зростають у помірних і субтропічних районах Північної півкулі та близько 190 сортів тільки декоративних яблунь. Плодові дерева здавна висаджували для оформлення вулиць, доріг, захисту будівель від вітру і пилу. Для прикраси вони і зараз широко використовуються в містах Європи і Азії [1].

Використання в озелененні міст швидкозростаючих декоративних видів, форм і сортів яблунь рослин в даний час є актуальним. Естетичні характеристики представників цього роду, такі як форма і щільність крони, розміри і забарвлення листя, квіток, плодів, відіграють значну роль у формуванні виразних композицій з деревних рослин у міських насадженнях. Декоративні яблуні здавна були популярними серед садівників і зараз на них зростає попит, їх все частіше використовують у зеленому будівництві для оформлення скверів, парків, клумб в населених пунктах.

Актуальність роботи пов'язана з тим, що у теперішній час в Україні декоративні яблуні у зеленому будівництві використовуються недостатньо, у насадженнях загального і спеціального призначення не спостерігається видового і формового різноманіття представників роду *Malus* Mill. Однак існує значне видове, і особливо, формове різноманіття у колекціях ботанічних садів, деяких озеленювальних установ і у садових центрах, де культивуються надзвичайно цікаві сорти видів яблунь різних за морфологічними ознаками, забарвленням вегетативних і генеративних органів, габітусом крони [2]. У зв'язку з цим практика використання декоративних яблунь у міському озелененні потребує додатково вивчення, завдяки якому можливе значне розширення їх асортименту.

Мета дослідження – визначити таксономічний склад представників роду *Malus* у насадженнях міста, дослідити особливості їх сезонного росту та розвитку, оцінити посухостійкість та зимостійкість в умовах Білої Церкви. Об'єктами дослідження є насадження за участю представників роду *Malus* у міському озелененні та у насадженнях дендрологічного парку «Олександрія».

Матеріали і методи дослідження. Спостереження проводили впродовж 2018- 2019 рр. Користувались методом маршрутного обстеження насаджень (Григора, 2000). Визначення таксономічного складу рослин проводили за

довідниками "Дендрофлора України" (Кохно, 2001, 2002) [3]. Оцінку посухостійкості яблунь проводили за шкалою С.С. П'ятницького (1961). Зимостійкість яблунь визначали за 5-ти бальною шкалою М.К. Вехова.

Аналіз літературних джерел. Плодові рослини використовувалися з декоративними цілями з глибокої давнини, у садах стародавнього Єгипту, Ассирії. Декоративні яблуні здавна широко використовують й в озелененні на сході – у Китаю та Японії. У середньовічних садах почало поширюватися формове садівництво, де з плодових створювали такі форми крони, які поєднували в собі високу декоративність з рясною врожайністю. Найбільшого розквіту формове садівництво набуло в XVII-XIX ст., воно відрізнялося різноманіттям і складністю форм – фігурні пальмети, піраміди, складні вази і чаші, тощо. У Версалі та інших парках Франції, Італії, Бельгії, Німеччини, Англії з плодових культур найчастіше використовували яблуню і грушу. Декоративні форми яблунь, як результат селекції, з'явилися у садах Європи та Америки в середині XVIII ст., а значно поширилися у кінці XIX – на початку XX ст. і широко культивуються по теперішній час.

В Україні культура яблуні має багатовікову історію. У південній частині України її вирощували ще в IV–III ст. до н. е. Значного розвитку культура яблуні набула за часів Київської Русі (IX-XI ст.) в садибах князів та у монастирських садах. Найвідомішим серед них був сад Києво-Печерської лаври, закладений Антонієм Печерським у 1051 р. У XV-XVII ст. уже було відомо багато сортів, їх вміли розмножувати за допомогою окулірування, формували крони, обрізували дерева. Досвід культивування яблунь вперше було систематизовано у рукопису садівника Києво-Печерської лаври Івана Романовича Мартоса [4]. У XVIII ст. культура яблуні набула промислового значення. Найбільше садів вирощували на Поділлі і в Криму, продукція яких призначалась для реалізації на ринку. Особливо значний промисловий розвиток культури яблуні відбувся у XIX ст., що було зумовлено, науковим прогресом у селекції, технологіях вирощування садивного матеріалу, закладанні садів та догляду за ними, а також реформуванням ринкової економіки. Наприкінці XIX ст. у садах різних країн вирощували сотні сортів яблуні. У XX ст. лише в колекційному розсаднику Л.П. Смиренка їх налічувалось понад 900. Розвитку наукових основ культури яблуні в нашій країні в цей період (кінець XIX - початок XX ст.) сприяли праці Л. П. Смиренка, В.В. Пашкевича, М.В. Ритова, М.І. Кічунова, П.Г. Шитта, М.Ф. Кащенко та інших вчених [5].

Поряд з важливим значенням як харчової культури, яблуня широко використовується в якості декоративної рослини особливо яскраво-квітучі сорти з дрібними плодами. Ця група сортів яблуні була названа американськими селекціонерами кребами (crabapples). Незважаючи на великий зарубіжний

досвід використання дрібноплідних форм яблуні, так званих кребів (crabapples), у декоративному садово-парковому будівництві, у вітчизняному ландшафтному дизайні ці представники *Malus* spp. дотепер мають обмежене застосування [5].

На теперішній час не існує однозначної точки зору в таксономії роду *Malus*. Кількість визнаних видів на думку різних авторів варіює від 25 до 47 (Rehder, 1949; Bean, 1978; Krusmann, 1984-1986; Недолужко, 1996; Цвелєв, 2001; Robinson et al., 2001; Hillier, Coombes, 2003; Grimshaw, Bayton, 2009). За даними сайту The plant list (<http://www.theplantlist.org/>) на початок 2016 р. рід *Malus* налічує 62 види. З точки зору В.В. Пономаренка (2009) є 24 основних види дикорослих яблунь: *M. sylvestris* (L.) Mill., *M. baccata* (L.) Borkh., *M. praecox* (pall.) Borkh., *M. sleversii* (Ledebt) M. Roem., *M. mandshurica* (Maxim.), *M. sibirica* (Maxim.), *M. niedzwetzkyana* Diesk., *M. persicifolia* Roem., *M. orientalis* Uglitzk., *M. montana* Uglitzk., *M. turkmenorum* Juz. & Popov., *M. pallasiana* Jub., *M. sachalinensis* Juz., *M. anisophylla* Sumn., *M. kudrjasheril* Sumn., *M. sohlaohklali* Poljak, *M. laonsensis* Poljak., *M. kirghisorum* Al.Thcoii. et Fed., *M. hissarica* Kudr., *M. tsconoskii* Poljak., *M. yunnanensis* Vass., *M. tianschanica* Sumn., *M. toringoides* Ponora., *M. angustifolia* Solor.

У створенні північноамериканських кребів брали участь види *Malus coronaria*, *M. rivularis* Room. (*M. fusca*), *M. Pallasiana* Juz., культурних сортів – яблуня манчжурська, я. гімалайська, я. сіккімська та ін. У культуру введені і гібридні яблуні (*M. sylvestris* x *M. baccata*). У результаті повторної природної гібридизації яблуні ягідної із я. домашньою виникла я. сливолиста. Найпершою яблунею, яка стала використовуватися з декоративною метою, була яблуня сибірська, або ягідна; ще одна її назва – сибірський креб, батьківщина – Забайкалля [6]. Відомо, що креби є досить зимостійкими, невибагливими до ґрунтових умов, тож можуть бути використані в озелененні промислових зон.

Більшість видів і сортів декоративних яблунь відносно невисокі, рідко перевищують 4–5 м. Крони дерев зазвичай пропорційні, листки глянцеві. Квітки темно-червоні, рожеві, рідше – білі. Плоди темно-червоні або жовті з червоним рум'янцем, рослини декоративні до глибокої осені. Такі дерева особливо ефективні на невеликих садово-паркових об'єктах. Найбільш привабливі в поодиноких посадках і невеликих групах, добре виконують роль солітерних рослин на газонах, або на тлі більших декоративних дерев. Сорти пурпурових яблунь та яблуню Недзвецького використовують в ландшафтному дизайні у поодиноких посадках, групових і навіть для живоплотів.

Найбільш декоративні яблуні навесні, коли зацвітають, квітують досить тривало – 10–14 днів, в залежності від сорту і погодних умов. Цвітіння триває в середньому 10 днів, але бутонізація істотно подовжує декоративну фазу. Деякі види дикорослих яблунь з бутонами виглядають не менш ефектно, ніж в фазі

цвітіння [7]. Одночасна присутність на гілках бутонів і квіток створює прекрасну колірну гамму. Особливою красою в цей час вирізняються форми з рожево-кармінними відтінками квіток і бутонів. Це середньоазіатські яблуні – пурпурова (*M. purpurea*) і яблуня Недзвецького (*M. Niedzwetzkyana*); японські – Зумі і Саржента; східноазійські – Сиккимська (*M. sikkimensis*), Хубейська (*M. hupehensis*) та інші. Квітки яблунь мають велику кількість нектару та пилку, дуже приємний аромат, і запилюються комахами. Цвітіння декоративних яблунь нікого не залишає байдужим, багато декоративних яблунь вирощують заради цвітіння та з великим успіхом використовують в поодиноких, групових та алейних посадках.

Ефектні дикорослі яблуні і восени в стадії плодоношення. Плоди декоративних яблунь розрізняються за формою, розмірами, забарвленням [6]. Плоди невеликі – від 0,8 до 3,5 см у діаметрі, наливаються досить рано (кінець червня – початок липня). Яблуні, як правило, усипані плодами різного забарвлення (жовті, пурпурові, червоні) й активно привертають увагу. На багатьох яблунях плоди залишаються на гілках до пізньої осені та протягом усєї зими (*M. prunifolia*, *M. baccata*).

Різні сорти декоративних яблунь вирізняються великою різноманітністю форм крони, які залежать від кута відходження гілок від стовбура і дрібніших гілок від великих. У більшості крон кут відходження гілок дорівнює 45°. Деякі сорти мають кут відходження, що наближається до прямого, тоді крони набувають плоскої або ширококорозкидистої форми. Якщо кут відходження менше 45°, то крони набувають мітлоподібної або вузькопірамідальної форми. Із крон створюють різні форми – пальмети, кордони, піраміди, арки.

У ХХ ст. декоративні яблуні культивувалися в основному в Канаді та США, де вирощували близько 400–600 різноманітних форм і сортів. До спеціальної групи декоративних яблунь належали сорти із плакучими або повислими гілками. Перші плакучі форми декоративних сортів *Malus* були описані в садівничій літературі в 1860–1873 рр. на експериментальній станції королівської шведської академії сільського господарства в Стокгольмі. Їх клони були названі як *Pyrus prunifolia* 'Pendula' і *P. prunifolia* 'Pendula Nova'. Яблуня сливолиста 'Pendula' виявилася дуже зимостійкою і незабаром вирощувалася у розсадниках Європи та Північної Америки.

Класичні плакучі сорти кребів – 'Excellenz Thiel' (виведено німецьким селекціонером L. Späth, 1909), 'Oekonomierat Echtermeyer' (виведено L. Späth, 1914) і 'Red Jade' (виведено в Бруклінському ботанічному саду в 1953 р.), належать до першого і другого покоління *M. prunifolia* 'Pendula'.

Декоративні яблуні посухо- і морозостійкі, добре переносять запилене, загазоване середовище та засоленість ґрунтів. Розмножуються висівом насіння,

ранньої осені – свіжозібраним, пізньої – після двохмісячної стратифікації у снігу. Декоративні форми і сорти розмножуються щепленням.

Результати дослідження та їх обговорення. Під час досліджень здійснено обстеження вуличних, внутрішньоквартальних, паркових насаджень міста Біла Церква, щоб встановити наявність представників роду *Malus*. Було визначено екземпляри видів *M. domestica*, *M. Niedzwetzkyana*, *M. orientalis*, *M. sylvestris*, *M. baccata*.

На об'єктах обмеженого користування (школи, дитячі садочки, установи громадського харчування, тощо) використовуються декоративні яблуні. Але, нажаль, практика використання крєбів в міському озелененні прийшла до нас недавно, тому їх застосування в межах міста є незначним.

За своїми декоративними якостями вони на рівних конкурують з видами кісточкових, що належать до групи рослин, яку прийнято називати «Сакура». До того ж восени на деревах роду *Malus* з'являються соковиті їстівні плоди, які так люблять мешканці міста, а особливо діти, що на нашу думку, дає їм значну перевагу над сакурами. Дерева *M. domestica* є поширеною деревною породою у між кварталних насадженнях житлових масивів Білої Церкви. Частина цих дерев залишилася після зносу приватного сектору, під час забудови міста. А значна частина була засаджена мешканцями житлових масивів, де перевага віддавалась плодовим яблуням відомих сортів. Як правило це були сорти, які перевірені часом і є традиційними для даного регіону: Папіровка, Сніжний кальвін, Слава переможцям та інші.

У державному дендропарку «Олександрія» НАН, який розташований у м. Біла Церква, є одна з унікальних ділянок, де відроджена культура формового садівництва – сад «Мур» [8]. Сад був закладений у 1916 р. садовником Августом Єнцом у північній частині парку, має прямокутну форму і займає територію 3,65 га. За периметром сад огорожений цегляним муром висотою 3 м, що захищав рослини від вітрів й дозволяв вирощувати в саду теплолюбні рослини. Поряд з декоративними рослинами, тут було розміщено цілий ряд цінних сортів, видів і форм плодових та ягідних рослин, які на той час були досить рідкісними в Україні. Нині сад «Мур» – унікальна ділянка, на якій зростають на карликових підщепах яблуні та груші у вигляді різноманітних штучних форм: арка, ваза, куля, канделябр, спіраль, піраміда, горизонтальний і сітчастий кордони та ін. (рис.1).

У завдання наших досліджень входило встановлення відповідності еколого-біологічних особливостей представників роду *Malus*, що зростають у міських насадженнях, умовам міста Біла Церква.



Рис. 1. Формовані яблуні (арка і кодон) у саду «Мур», дендропарк Олександрія (2021 р.)

У природних умовах одним з найважливіших чинників весняного розвитку рослин є температура. На думку дослідників, зміна термінів розвитку рослин пов'язана зі зростанням середньомісячної температури повітря у весняний і зимовий періоди. Зростання температур призводить до більш ранніх строків проходження фенологічних фаз розвитку рослин. За літературними даними також відзначається залежність росту пагонів, коренів, фотосинтезу і продукції дерев від температури і кількості доступної вологи.

А.М. Веньямінов (1954) цикл розвитку плодкових рослин ділить на кілька фаз від набубнявіння бруньок до вторинного набубнявіння наступної весни. Протягом цього часу рослини проходять наступні фази: бубнявіння та розкриття бруньок, ріст пагонів, цвітіння, зав'язування та дозрівання плодів, листопад, зимовий спокій. П.К. Урсуленко (1956) у річному циклі розвитку яблуні виділяє 4 періоди: період розпускання бруньок, вегетативного росту і репродуктивного розвитку, визрівання тканин, загартовування і зимового стану рослин. Фізіологічна сутність загартовування полягає в глибокій якісній і структурній перебудові протоплазми при знижених температурних умовах. Л.І. Сергєєв (1968) річний цикл деревних рослин, в тому числі яблуні, ділить на 4 періоди: період росту пагонів, «прихованого» зростання, «глибокого» або «органічного» спокою, «вимушеного» спокою. Четвертий період, на думку автора, є найбільш відповідальним у зимівлі рослин, оскільки до його початку деревні рослини вже

мають у своєму розпорядженні можливості для розпускання бруньок і росту пагонів, але для цього бракує сприятливих температурних умов [9].

За період дослідження за рослинами нами було зафіксовано календарні строки проходження найбільш важливих фенофаз в річному циклі: розпускання бруньок (початок вегетації), початок і кінець цвітіння, кінець росту пагонів, дозрівання плодів, початок і кінець листопаду. Результати фенологічних спостережень представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Дати настання основних фенологічних фаз дерев роду *Malus* в умовах Білої Церкви (2019 р.)

№ з/п	Вид	Розпускання бруньок	Цвітіння	Початок росту пагонів	Плодоношення	Листопад	Тривалість вегет. періоду, днів
1.	<i>M. domestica</i> 'Чемпіон'	22.04	07.05	13.05	23.10	12.10	186
2.	<i>M. niedzwetzkyana</i> Dieck	24.04	01.05	8.05	30.10	10.10	176
3.	<i>M. orientalis</i> Uglitzkich	24.04	08.05	15.05	30.09	10.09	176
4.	<i>M. sylvestris</i> (L.) Mill.	20.04	01.05	8.05	19.10	15.09	190
5.	<i>M. baccata</i>	17.05	07.05	12.05	30.09	25.10	220

Аналіз сезонного росту представників роду *Malus*, показав, що найдовший вегетаційний період мали *M. baccata* – 220 днів та *M. sylvestris* – 190 днів. *M. orientalis* та *M. niedzwetzkyana* мали найкоротший період вегетації – 179 днів.

Отже, розпускання листя починається за середньодобової температури 10–13°C. Сума ефективних температур вище +5°C у цей період становить 132–209°C. Ріст пагонів у досліджуваних екземплярів розпочинався з 8.05 – 15.05.

Таким чином, встановлено, що вегетаційний період у яблунь в умовах Білої Церкви починається в кінці березня і закінчується в середині-кінці жовтня. Враховуючи середню температуру повітря +5,0°C, накопичення активних температур вище +10°C, сума ефективних температур за вегетаційний період становить 2896°C. Спостереження за ростом і розвитком представники роду

Malus показали, що вони вкладаються у вегетаційний період регіону дослідження, та до кінця вегетації закінчують ріст.

Посухостійкість є важливою біологічною особливістю рослин, яка полягає у їх здатності витримувати втрату вологи і перегрівання і мають виражену фізіологічну здатність витримувати зневоднення клітин. Такі рослини мають морфобіологічні особливості, що дозволяють їм уникати впливу посухи. Такими особливостями можуть бути: потужна коренева система, здатність скидати листя, зменшуючи тим самим витрати води на транспірацію.

Природні умови Білої Церкви сприятливі для вирощування плодкових культур. Проте негативним фактором літнього періоду культур є посуха – ґрунтова та атмосферна (висока температура повітря), а також нестійкий режим природного зволоження та нерівномірного розподілення опадів у період вегетації.

Однією із головних причин зниження декоративних якостей яблунь є їх недостатня стійкість до посухи. У зв'язку з цим для повної оцінки перспективності культивування окремих таксонів декоративних яблунь необхідно дослідити їх посухостійкість. Мінливість реакції на дефіцит вологи варіюється в значних межах, особливо вразливими є садові сорти, щеплені на слаборослі карликові підщепи із поверхневою кореневою системою [10].

Дефіцит вологи в рослинах впливає на такі процеси, як поглинання води, кореневий тиск, фотосинтез, транспірацію, ріст та розвиток. Тому вивчення водно-фізичних властивостей має важливе значення для оцінювання посухостійкості.

В умовах Правобережного Лісостепу України спостерігаються весняні приморозки, волога погода у травні-червні, яка сприяє розвитку парші, висока температура та брак вологи – у другій половині вегетації, коли відбувається ріст і досягання плодів та розпочинається процес підготування дерев до зими.

Дослідження посухостійкості проводилось у 2019 рр. в період активного росту пагонів у дні з найбільш несприятливими для рослин погодними умовами.

Погодні умови року дослідження були досить спекотними, тобто сприятливими для проведення відповідних спостережень. Опадів випало недостатньо, зокрема у червні та у серпні їх кількість була найменшою. Температура у серпні в затінку досягала +35,7 °С.

За результатами оцінки посухостійкості у досліджуваних видів в умовах насаджень Білої Церкви було встановлено, що всі вони витримують нетривалі посушливі періоди без помітних пошкоджень (табл. 2)

Таблиця 2

Посухостійкість видів роду *Malus*, що зростають у Білій Церкві та у дендропарку «Олександрія» (2019 р.)

№ з/п	Вид	Бал посухостійкості
1.	<i>M. domestica</i> 'Чемпіон'	4
2.	<i>M. niedzwetzkyana</i> Dieck	5
3.	<i>M. orientalis</i> Uglitzkich	4
4.	<i>M. sylvestris</i> (L.) Mill.	5
5.	<i>M. baccata</i>	5

Існує декілька методів оцінки морозостійкості та зимостійкості плодкових рослин. Найбільш широко розповсюджений польовий метод, основою якого є окомірний облік ступеня пошкоджень і за підрахунком кількості пошкоджених чи таких, що загинули, рослин після зими із екстремальними морозами або з різкими коливаннями температури.

Зимостійкість яблунь визначали за 5-ти бальною шкалою М.К. Вехова, Результати оцінки наведено у таблиці 3.

Таблиця 3

Польова зимостійкість видів роду *Malus* в насадженнях Білої Церкви та дендрологічного парку «Олександрія» (2018-2019 рр.)

№ з/п	Вид	Бал посухостійкості
1.	<i>M. domestica</i> 'Чемпіон'	4
2.	<i>M. niedzwetzkyana</i> Dieck	4
3.	<i>M. orientalis</i> Uglitzkich	4
4.	<i>M. sylvestris</i> (L.) Mill.	4
5.	<i>M. baccata</i>	4

За результатами проведених спостережень встановлено, що всі досліджені види є зимостійкими за шкалою М.К. Вехова, але протягом осінньо-зимового періоду у 2018-2019 рр. було виявлено морозобійні тріщини на деревах сортових яблунь у житлових масивах Білої Церкви.

Таким чином, дерева роду *Malus* за своїми еколого-біологічними особливостями цілком відповідають умовам міста Біла Церква.

Висновки. Результати проведених досліджень підтверджують, що види та форми роду *Malus* є перспективними для створення ландшафтних композицій у насадженнях загального та спеціального користування. Особливостями досліджуваних рослин є високі декоративні якості впродовж вегетації та стійкість до негативних факторів. Враховуючи надзвичайну декоративність яблунь під час цвітіння, а також восени під час плодоношення (особливо червоноплідних сортів та кребів), а також застосовуючи принцип масштабності із врахуванням невеликих розмірів яблунь, ми пропонуємо більш широко використовувати декоративні яблуні (креби) для озеленення об'єктів обмеженого користування таких як: дитячі садочки, територій освітніх і медичних закладів, промислових підприємств, а також об'єктів загального призначення – вулиць без інтенсивного транспортного руху.

References

1. Honcharovska I. V., Kuznietsov V. V. Perspektyvy vykorystannia dekoratyvnykh form i sortiv vydivu rodu *Malus* Mill. u landshaftnomu budivnytstvi / Mizhnarodna naukova konferentsiia «Introduktsiia roslyn, zberezhenia ta zbahachennia bioriznomanittia v botanichnykh sadakh ta dendroparkakh». Kyiv, Ukrainyskyi fitosotsiologichnyi tsentr, 2015. С. 52–53.
2. Honcharovska I. V. Dekoratyvni dribnoplidni yabluni (*Malus* Mill.) u henofondi NBS im. M.M. Hryshka NAN Ukrainy. Lviv, Redaktsiino-vydavnychiy tsentr NLTU Ukrainy, 2016. Tom. 26, № 3. С. 65-73.
3. Omelchenko I. K. Kultura yabluni v Ukraini. Druhe vydannia, dopovnene. Kyiv: «Urozhai», 2006. 304 s.
3. Dendroflora Ukrainy. Dykorosli y kultyvovani dereva i kushchi. Pokrytonasinni / pid. red. Kokhno M.A., Trofymenko N.M. Kyiv: Fitosotsiotsentr, 2005. Ch. 2. S. 281–304.
4. Kondratenko P. V. Pomolohiia. Yablunia / pid zahalnoi redaktsiiei P. V. Kondratenka, T. Ye. Kondratenko. Vinnytsia: TOV «Nilan-LTD», 2013. 626 s.
5. Mobilizatsiia henetychnykh resursiv *Malus* spp. dlia selektsiino-henetychnoho vdoskonalennia dekoratyvnykh sortiv yabluni / A. I. Opalko, A. V. Konopelko, O. A. Opalko // Faktory eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv. 2016. T. 18. S. 127-131. Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/feeo_2016_18_28
6. Langenfeld V.T. Yablonya. Morfologicheskaya evolyutsiya. filogeniya. geografiya. sistematika. Latviyskiy universitet: Riga «Zinatne». 1991. 235 s.
7. J. Klett and R. Cox Flowering Crabapple Trees. [Електронний ресурс] <https://extension.colostate.edu/docs/pubs/garden/07424.pdf>
8. Oleshko O.H. Formovo-dekoratyvni plodovi sady: istorychnyi ohliad ta perspektyvy vykorystannia u suchasnomu sadovo-parkovomu hospodarstvi / O.H. Oleshko // Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Ahrarna osvita ta nauka: dosiahnennia, rol, faktory rostu». Bila Tserkva: BNAU, 2021. S. 37-41.
9. Sezonnii rytmy rostu ta rozvytku predstavnykiv rodu *Malus* Mill / I. V. Honcharovska, V. V.

- Kuznietsov, V. M. Halushko, H. O. Antoniuk. Biolohichni doslidzhennia. 2019: Zbirnyk naukovykh prats. Zhytomyr: , 2019. S. 17-19.
10. Zamorskyi V. V. Osoblyvosti morfohenezu u kultyvovanykh predstavnykiv rodu *Malus* Mill. (iabluni) zalezno vid ekolohichnykh faktoriv [Elektronnyi resurs] Avtokhtonni ta introdukovani roslyny. 2013. Vyp. 9. S. 72-78. Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/atiru_2013_9_11

O. Oleshko¹, V. Masalskiy¹

¹*Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine*

THE EXPERIENCE OF USING REPRESENTATIVES OF THE GENUS *MALUS* MILL. IN THE LANDSCAPING OF BILA TSERKVA

*According to the literature, the history of the use of apple trees for decorative purposes was investigated. According to scientific literature the taxonomic composition of the apple genus (*Malus* Mill.) from the family Rosaceae includes from 25 to 62 species. The role of crabapples as decorative apple trees is noted, as well as their perspective in the aesthetic improvement of urban plantations and industrial zones. The main advantages and decorative characteristics of apple trees for use in garden and park facilities of the city have been clarified. Important decorative features include the small size of trees, various shapes of crowns, plasticity for forming, extraordinary decorativeness of trees during flowering and budding, fruits that differ in shape, size, and color. The possibility of significantly expanding the assortment of decorative apple trees in urban landscaping due to the existing significant variety of them in the collections of botanical institutions and garden centers is emphasized. The research was conducted in order to determine the taxonomic composition of representatives of the genus *Malus* in Bila Tserkva, to investigate the peculiarities of their seasonal growth and development, to evaluate drought resistance and winter resistance. Specimens of the species *M. domestica*, *M. Niedzwetzkyana*, *M. orientalis*, *M. sylvestris*, *M. baccata* were identified in the city's plantations. It was established that the ecological and biological features of the studied species of the genus *Malus* correspond to the conditions of the city of Bila Tserkva. It was established that the growing season of ornamental apple trees in the conditions of Bila Tserkva begins at the end of March and ends at the end of October. It has been found that representatives of the genus *Malus* contribute to the growing season of this region and finish the growing season on time. According to the results of the assessment of drought resistance, it was established that the studied species can withstand short dry periods without noticeable damage. All studied species of ornamental apple trees are winter-hardy. These studies have confirmed that representatives of the genus *Malus* are promising for urban landscapes.*

Key words: *decorative apple trees; green plantations; landscaping; drought resistance; winter hardiness*

СЕКЦІЯ П ІНЖЕНЕРІЯ, ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ

УДК 6.31

О. С. Дев'ятко¹, Ю. С. Яценко²

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

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

МОЖЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЦТВА ЯКІСНОЇ ТЕХНІКИ, РОЛЬ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА СЕРТИФІКАЦІЇ

Розглянуто теоретичні підходи етапів моделювання виробництва техніки. Під час огляду використано інформаційні методи огляду моделей управління якістю. Актуальність моделювання виробництва якісної техніки полягає в тому, що під час перевірки її в незалежних кваліфікованих лабораторіях отримують заперечливі результати, а застосування відповідної моделі при виробництві техніки та управління якістю є зручним у використанні і дозволяє більш широко охопити поетапний розгляд і своєчасно мати можливість скоригувати недоліки, які виявляються в техніці. Метою статті є узагальнення та систематизація сучасних уявлень відповідно можливостей моделювання виробництва якісної техніки з сутності моделей управління якістю. Оцінено вплив ролі, яку посідають стандартизація та сертифікація при управлінні якістю техніки. Охарактеризовано закономірності контролю за показниками якості товарів у Європі. Встановлено методи, які дозволяють економічно обрахувати процес забезпечення якості, а також види документів, що повинен мати виробник техніки, як доказ відповідності продукції на вимогу споживачів та контролюючих органів.

Ключові слова: *якість; модель; метод; контроль; управління якістю.*

Аграрний комплекс України орієнтуючись на європейський простір, потребує необхідності продукції, яка б відповідала буде сучасним стандартам якості. Розумінням поняття «якості» необхідним є знання сутності складових об'єкту, що являють собою цілу систему. Більшість ознак за рахунок складності управління є невизначеними в часі за характером зміни їх поведінки [1, 2, 3].

Для правильної оцінки рівня якості важливе значення мають окремо взяті показники, які можна об'єднати за такими критеріями:

- показники, що характеризують корисну роботу або виконувану функцію, їх ще називають «техніко-економічні показники оцінювання якості техніки». До них, зокрема, відносять продуктивність машини, потужність двигуна, міцність конструкції та інші показники;

¹Дев'ятко Олена Сергіївна, канд. тех. наук, доцент. E-mail: helene06@ukr.net ;
<http://orchid.org/0000-0002-7834-7472> ;

¹Яценко Юрій Степанович, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист. E-mail: lesnik.mltk@gmail.com

- показники довговічності, надійності і безпеки, які відокремлюють ступінь забезпечення тривалості використання і безпечних умов праці, безвідмовність роботи, можливий термін використання, технічний ресурс, термін безаварійної роботи, граничний термін зберігання тощо.

Для оцінювання кожної групи показників якості застосовують свої, притаманні для окремих показників або їх груп, методи оцінки якості продукції, до яких можна віднести: диференційний, комплексний, змішаний, статистичний, модельний та інші.

Диференційний метод оцінки якості продукції ґрунтується на використанні одиничних показників її якості, наведених вище.

Комплексний метод оцінки якості продукції ґрунтується на використанні комплексних показників якості в різних поєднаннях і формах.

Змішаний метод поєднує як одиничні, так і комплексні показники і дає можливість більш повно оцінити якість об'єкта в цілому на підставі великих груп показників.

Статистичний метод — це метод, що визначає якість продукції за допомогою правил математичної статистики.

Модельний метод дає можливість прогнозувати якість продукції на стадії проектування техніки, застосовуючи замість об'єктів виробництва їх моделі.

Моделі з управління якістю застосування яких для реалізації виробництва якісної техніки розкривають картину проблеми, а їх різноманітність акцентує увагу на різних складових.

Модель «Спіраль якості» передбачає заходи в ланцюгу «дослідження виробів – проектування – контроль якості – упакування – зберігання – реалізацію – експлуатацію – утилізацію» при цьому продукція виступає, як результат діяльності, але лише з позиції матеріальних цінностей або послуг, що наводить на неоднозначність оцінок якості. Тому у 1994 році було створено стандарти у двох частинах «Управління якістю та елементи системи якості» та «Настанови щодо послуг».

Модель «Цикл Демінга» об'єднує стадії життєвого циклу виробу від «планування виробництва» до «виправлення і перегляд плану» положення наведеної моделі вимагає спеціальних досліджень і розробок по їх здійсненню.

Концепція управління якістю «Моделі в основу якої покладено процес» об'єднує наступні складові (рис. 1) [5].

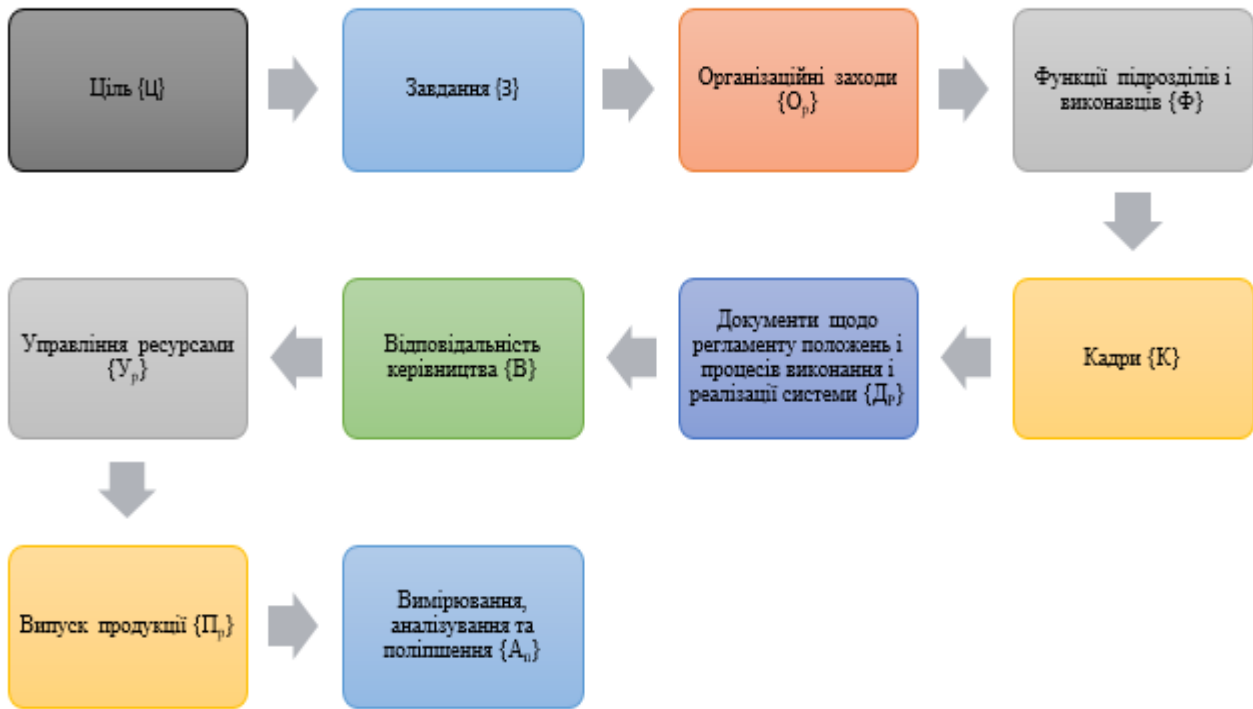


Рис. 1. Складові концепції управління якістю в основу якої покладено процес

Як бачимо в процесі управління якістю враховані більшість кроків. Однак, є й певні невизначеності, які пов'язані з певними проблемами, що виникають. Ці невизначеності розкриваються у ланцюгу на шляху «товар – виробник», головна причина це втрачання товаром першопочаткових параметрів.

Вирішення зазначених невизначеностей припадає за етапом «вимірювання, аналізування та поліпшення». Тоді керуються методологією невизначеності при моделюванні, яка характеризується модельними уявленнями за такими аспектами (рис. 2) [6].



Рис. 2. Аспекти модельних уявлень

Слід розуміти, що під час моделювання процесу виробництва якісної техніки виявлені аспекти необхідно враховувати, щоб мати можливість спрогнозувати виготовлення техніки, яка буде безпечною та кращою за її аналог.

Основними методами, які дозволяють економічно обрахувати процес забезпечення якості є наступні (табл. 1):

Таблиця 1

Економіко-математичні методи в процесі забезпечення якості

Методи	лінійні
	нелінійні
	динамічного програмування
	планування експеримент
	імітаційного моделювання
	теорії ігор
	теорія масового обслуговування
	теорія розкладів
	функціонально-вартісний аналіз
	метод Тагуті
	метод структуризації функції якості

Базуючись на досвіді деяких фірм при експорті техніки, контроль за показниками якості в Європі здійснює Служба ринкового нагляду. Процедура перевірки налічує наступні етапи за відповідними результатами (рис.3).

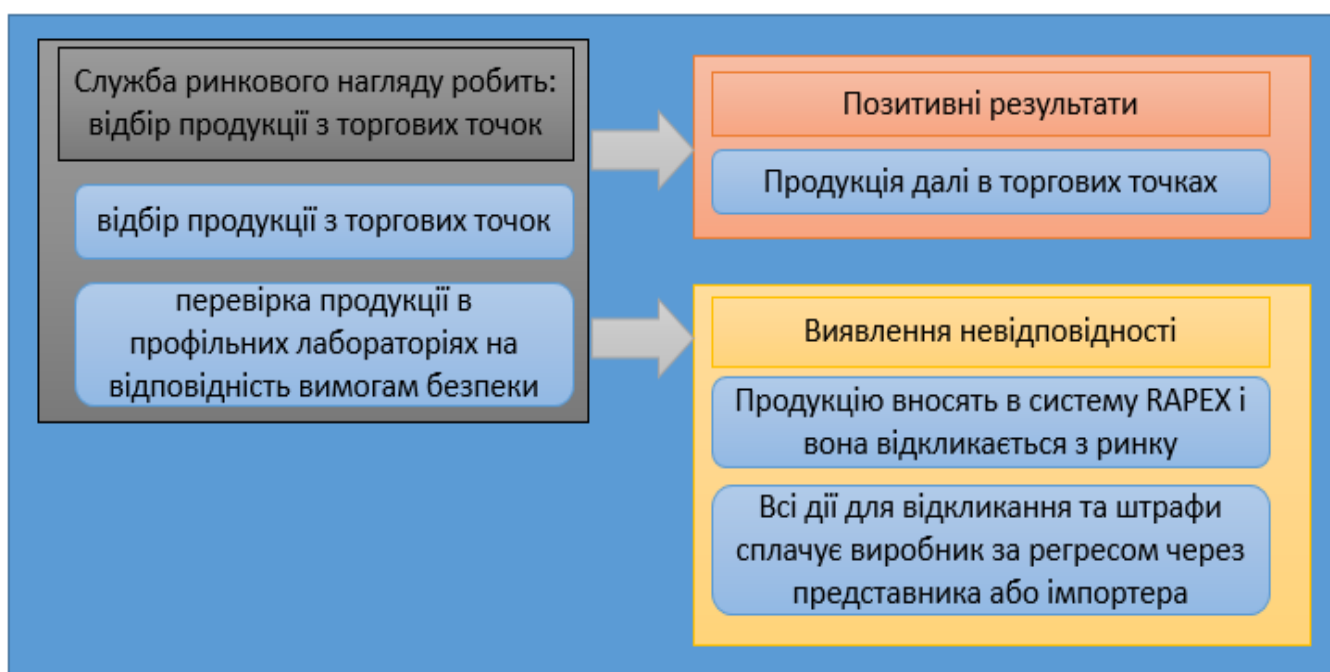


Рис. 3. Контроль товарів в Європі

Для доказу відповідності продукції на вимогу споживачів та контролюючих органів у виробника техніки має бути наявна наступна документація (рис. 4), вона зафіксована на кроці в моделі управління якістю «документи щодо регламенту положень і процесів виконання і реалізації системи».

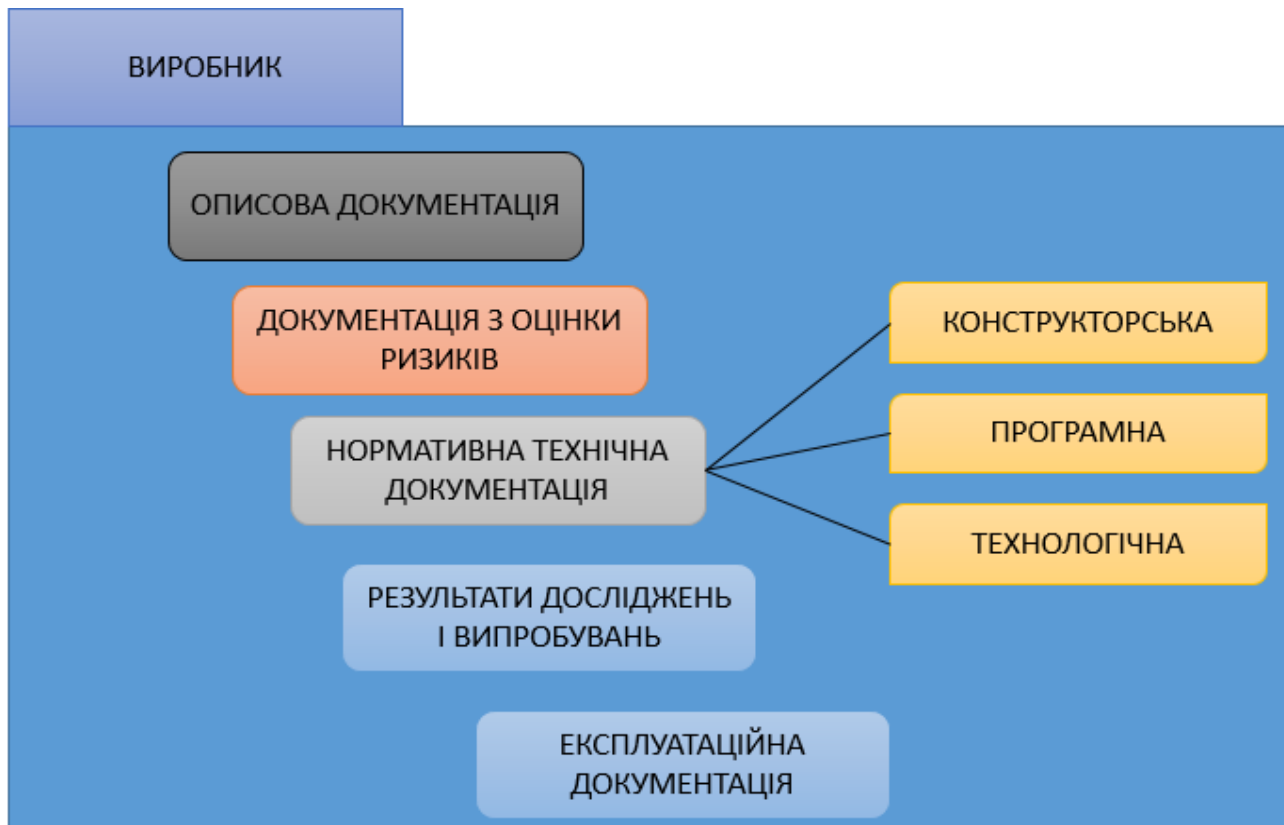


Рис. 4. Документація для постановки продукції на виробництво

Тому найкращим варіантом є доопрацювати зазначені недоліки виявлені під час тестів техніки в випробувальній лабораторії. Для цього знову необхідно здійснити заходи, результатом яких будуть зміни в технологічній лінії щодо виготовлення техніки за рахунок використання інших матеріалів (постачальників), що інколи впливає на зміни її дизайну.

Висновки. Огляд, який наведений вище виконаний для узагальнення та роз'яснення сутності можливості моделювання виробництва якісної техніки через моделі управління на підприємствах, завдяки чіткому дотриманню відповідності процесам. При цьому важливим елементом є стандартизація, яка розкривається у нормативній документації та контролі. Заключним акордом є сертифікація, яка підтверджує відповідність продукції у сертифікаті, маркуванні та контролі виробництва в майбутньому.

References

1. Zgurovskij, M. Z., & Zajchenko, Yu. P. (2013). *Osnovy vychislitel'nogo intellekta*. Kiev [In Russian].
2. Leonenkov, A. (2005). *Nechetkoe modelirovanie v srede Matlab i fuzzy Tech*. Sankt Peterburg: BHV, Peterburg [In Russian].
3. Uskov, A. A. & Kuzmin, A. V. (2004). *Intellektualnye tehnologii upravleniya. Iskusstvennye nejronnye seti i nechyotkaya logika*. Moskva: Goryachaya liniya, Telekom [In Russian].
4. Rublov, V. I., Sudakova, T. V., Saklakova, Ye. V. (2003). *Osnovy nauchnykh issledovaniy*. Stavropol. [in Russian]
5. Rublov V. I., Voitiuk V. D., Mykhailovych Ya. M., Denysenko M. I., Deviatko O. S. (2014). *Yakist, standartyzatsiia, metrolohiia ta sertyfikatsiia silskohospodarskoi tekhniki*. [in Ukrainian]
6. L. I. Lievi (2019) Formalization of moisture transfer in an unsaturated zone of a modular plot of soil as a control object based on neo-fuzzy network *Journal PDAA*, 3, 248–255. doi: 10.31210/visnyk2019.03.34

O. S. Deviatko¹, Yu. S. Yatsenko²

¹*National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

²*Malyny Vocational College, v. Hamarnya, Zhytomyr region, Ukraine*

POSSIBILITIES OF MODELING THE PRODUCTION OF QUALITY EQUIPMENT THE ROLE OF STANDARDIZATION AND CERTIFICATION

The theoretical approaches of the stages of engineering production modeling are considered. During the review, informational methods of review of quality management models were used. The relevance of modeling the production of quality equipment lies in the fact that when it is tested in independent qualified laboratories, objectionable results are obtained, and the use of the corresponding model in the production of equipment and quality management is convenient to use and allows a wider coverage of step-by-step consideration and the opportunity to correct deficiencies in a timely manner, which will appear in the technique. The purpose of the article is to generalize and systematize modern concepts of the possibilities of modeling the production of quality equipment from the essence of quality management models. The influence of the role played by standardization and certification in the management of the quality of equipment is evaluated. The regularities of control over quality indicators of goods in Europe are characterized. Methods have been established that make it possible to economically calculate the process of quality assurance, as well as the types of documents that the equipment manufacturer must have as proof of product compliance to the requirements of consumers and regulatory authorities.

Key words: *quality; model; method; control; quality management.*

В. Б. Онищенко¹, В. М. Барановський², М. І. Деняченко³

¹Національний університет біоресурсів і природокористування
України, м. Київ, Україна

²Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя,
м. Тернопіль, Україна

³Малинський фаховий коледж, с. Гамарня Житомирської обл., Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОБОТИ ТА ПАРАМЕТРІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ФРЕЗЕРНОГО КУЛЬТИВАТОРА КВФ-4.0 ПРИ ОБРОБЦІ МІЖРЯДЬ МОЛОДИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ

Основні напрямки економічного і соціального розвитку в Україні передбачають розширення виробництва машин і знарядь з активними робочими органами. У зв'язку з цим конструкторам сільськогосподарської техніки ставиться завдання створити і підвищити технічний рівень фрезерних машин та комбінованих агрегатів, при допомозі яких впроваджувати дрібно-операційні технологічні процеси з використанням машин, побудованих за модульним принципом з серійними уніфікованими вузлами та агрегатами.

У галузях народного господарства фрезерні ґрунтообробні машини застосовують при освоєнні лучно-болотних задернелих ґрунтів, обробітку ґрунтів з важким механічним складом. Експериментальна ріжуча кромка ножа фрезерного культиватора, яка має активний робочий орган з вертикальною віссю обертання, зменшує зусилля різання ґрунту, покращує самоочистку робочого органу, дозволяє на 15-20% підвищити продуктивність праці, зменшити затрати палива.

Ключові слова: вертикальний фрезерний робочий орган, ножетримач, обробіток ґрунту, ґрунтообробна фреза, зовнішня кромка ножа.

В Україні ґрунтообробні машини з активними робочими органами (які широко використовують при обробітку ґрунту в лісових насадженнях: фрези, фрезерні культиватори) не перевищують 10% від загальної номенклатури ґрунтообробних машин і знарядь, які випускаються на заводах сільськогосподарського машинобудування. В той же час за кордоном (Франція, Італія, США і інші) такі машини складають 20 – 30% від загальної кількості ґрунтообробних машин [1, 2].

Таке широке застосування фрезерних машин за кордоном, які виконують декілька технологічних операцій за один прохід (рихлення, вирівнювання, прикочування, та інше), призводить, в порівнянні із одно- операційними

¹Онищенко Володимир Борисович, д-р. тех. наук, доцент. E-mail: vb0505838317@gmail.com ;

²Барановський Віктор Миколайович, д-р тех. наук, професор. E-mail: baranovskyvm@ukr.net; <http://orchid.org/0000-0002-0218-8874>;

³Деняченко Михайло Іванович, спеціаліст вищої категорії. E-mail: miiichaaa@ukr.net.

машинами, зниження: затрат праці на 30 – 50%, витрат палива на 20 -30%, матеріаломісткість на 20 – 25% [1, 2, 3].

Конструктивними особливостями таких машин є наявність робочих органів із горизонтальною та вертикальною осями обертання. Перевагою останніх, перед машинами із горизонтальною віссю обертання робочих органів є те, що робочий орган із вертикальною віссю обертання постійно працює в ґрунті, тобто працює по принципу зубової борони (яка постійно використовується в рослинництві і зарекомендувала себе на протязі довгого часу із позитивної сторони [1, 2]); відбувається процес рихлення ґрунту без вивертання нижніх вологих прошарків ґрунту у верхні горизонти, немає різних ударних навантажень на скибу ґрунту, що суттєво знижує його розпилення [4, 5].

Таким чином ґрунтообробні машини, які мають активний робочий органи із вертикальною віссю обертання, доцільно використовувати для якісного обробітку ґрунтової поверхні лісових насаджень. Тому є потреба в розробці і застосуванні ґрунтообробних машин із вертикальною віссю обертання робочих органів [1, 2, 3].

Головним в конструкції і роботі вертикальнофрезерного культиватора є параметри роботи зубового робочого органа і режими його роботи [4]. Аналітичними дослідженнями [4, 5] робочого органу культиватора, призначеного для рихлення скиби встановлено, що при розміщенні поздовжньої осі ножа перпендикулярно радіусу обертання (що спостерігається у зарубіжних агрегатів: культиваторів фірми «KÜHN» (Франція) і «PEGORARO» (Італія) відбувається затирання зовнішньою кромкою ножа по необробленому моноліті ґрунту (рис. 1, штрихпунктиром показано контур поперечного січення ножа).

При цьому відбувається стирання скиби, грудочки руйнуються за рахунок деформації стиску, що значно енергозатратніше, ніж при зсуві і при розриві. Все це приводить до збільшення енерговитрат і інтенсивного розпилення скиби.

Для усунення цього недоліку необхідно втрати енергії від тертя зовнішньої кромки ножа по моноліту ґрунту (рис. 1) звести до мінімальних значень. Для досягнення цієї мети пропонується повернути повздовжню вісь поперечного січення ножа відносно перпендикуляра до радіуса обертання ріжучою кромкою від центра обертання на деякий кут α (рис.1 – контур поперечного січення ножа показано суцільною лінією).

Як видно із рис. 2 максимальний кут між напрямком абсолютної швидкості ножа - V_a (яка і створює траєкторію руху ножа) і напрямком колової швидкості - V_k тобто кут β_{max} знаходиться при направленні останньої перпендикулярно напрямку поступальної швидкості - V_n .

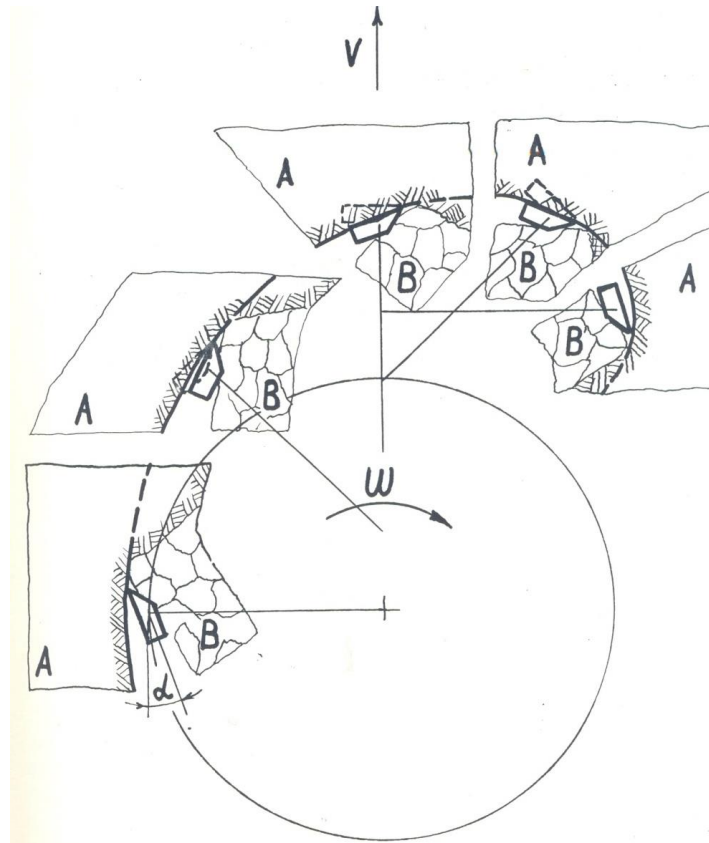


Рис. 1. Схема до визначення зони затирання зовнішньої кромки ножа по необробленій скибі ґрунту

Поворот повздовжньої осі ножа відносно перпендикуляра до радіуса обертання на кут β_{max} дозволяє знаходитись його задній кромці паралельно напрямку абсолютної швидкості - V_a (тобто практично паралельно траєкторії руху). Кут β_{max} із указаного положення знаходиться наступним чином:

$$V_k = V_n * ctg\beta_{max} \quad (1)$$

Або:

$$\beta_{max} = arcctg \frac{V_k}{V_n}$$

Враховуючи те, що траєкторія руху на всій довжині відносно центра обертання є лінія увігнута, то кут α повинен бути на 3–5° більше, ніж кут β_{max} (щоб не було часткового затирання задньою частиною зовнішньої кромки ножа по моноліту ґрунту), тобто:

$$\alpha = \beta_{max} + (3 \dots 5^\circ) \quad (2)$$

Тобто, для роботи ножа без затирання зовнішньою кромкою по моноліту ґрунту (без непродуктивних енерговитрат) його поздовжня вісь повинна бути повернута відносно перпендикуляра до радіуса обертання ріжучою кромкою від центра обертання на кут α , який визначається із виразу:

$$\alpha = arcctg \frac{V_k}{V_n} + (3 - 5^\circ) \quad (3)$$

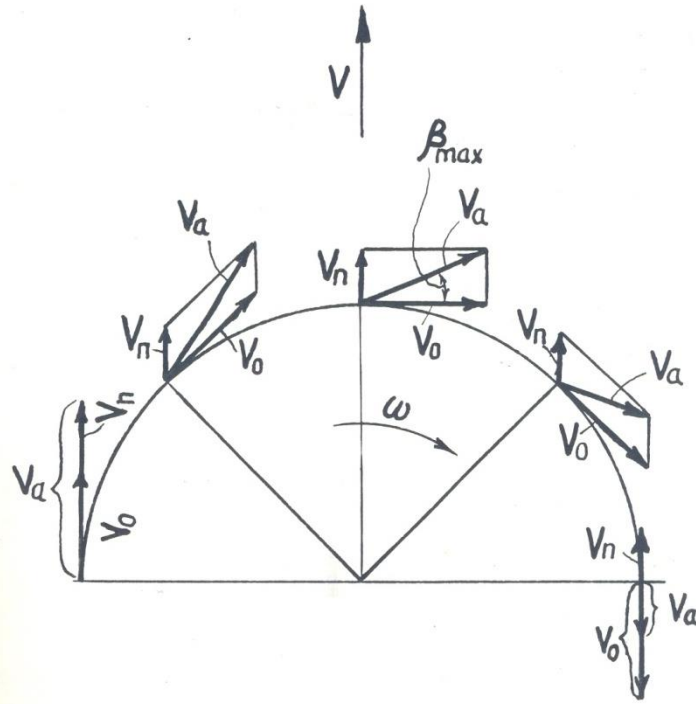


Рис. 2. Схема до визначення максимального кута (β_{\max}) між абсолютною V_a і коловою V_k швидкостями вертикального ножа при відрізання скиби від моноліту ґрунту.

В таблиці 1 наведено теоретичні значення кута α (без урахування 3 - 5° на усунення затирання крайньою зовнішньою кромкою по моноліту ґрунту) при різних обертах ротора (200 – 400 об/хв.) діаметр якого 320 мм і поступальній швидкості машини 0,5 – 2,5 м/с (2 – 9 км/год).

Таблиця 1

Теоретичні значення кута – α

(кут відхилення поздовжньої осі ножа від перпендикуляра до радіуса ротора) при різних обертах – ротора (200 – 400 об/хв.) і поступальній швидкості фрезерного культиватора 0,5 – 2,5 м/с (3 – 9 км/год)

Оберти ротора (об/хв), колова швидкість V_k (м/с)	210 об/хв. 3,5 м/с	300об/хв. 5,0 м/с	390об/хв. 6,5 м/с
Поступальна швидкість машини V_n (м/с)	05, 10, 15, 20, 25	05, 10, 15, 20, 25	05, 10, 15, 20, 25
Теоретичний кут відхилення поздовжньої осі ножа від перпендикуляра до радіуса ротора – α .	8, 16, 23, 30, 36	6, 11, 17, 22, 27	5, 9, 14, 19, 21

При робочій швидкості 0,5 – 1,0 м/с, обертах ротора 200 – 300 об/хв. та з урахуванням 3 - 5° на усунення затирання крайньою зовнішньою кромкою по моноліту ґрунту, що найбільш вірогідно при роботі вертикальних фрезерних культиваторів із тракторами Т – 25, Т – 30, кут відхилення поздовжньої осі ножа

від перпендикуляра до радіуса ротора знаходиться в межах: $\alpha=10 - 20^\circ$. Отже, в конструкції таких культиваторів кут α повинен бути не менше 20° .

Висновки. При роботі фрезерного культиватора з поступальною швидкістю 1,5 – 2,0 м/с, обертах ротора 300 – 400 об/хв та з урахуванням указаних 3 - 5° , що найбільш розповсюджено для вертикальних фрезерних культиваторів із тракторами класу 1,4кН та 3кН, потребує поздовжньої осі ножа від перпендикуляра до радіуса ротора на кут, який знаходиться в межах $\alpha=12 - 25^\circ$. Отже, в конструкції таких культиваторів кут α повинен бути в межах 25° .

References

1. Tanchyk S. P. No-till i ne tilky. Suchasni systemy zemlerobstva. K.: Yunivest Media, 2009. 160 s.
2. Saiko V. F., Maliienko A. M. Systemy obrobittu gruntu v Ukraini. K.: VD «ЕКМО», 2007. 44 s.
3. Hrechkosii V. D., Shatrov R. V., Bondar S. M. Tekhnika dlia gruntozakhysnoho zemlerobstva ta efektyvnist yii vykorystannia. Ekonomika APK. 2008. № 6. S. 24-29.
4. Lystopad D. N., Rubtsiv M. P., Liuvasenko O. P. Frezerni gruntoobrobni mashyny. K.: Urozhai, 1985.
5. Panchenko A. N. Analytycheskyi metod opredelenyia tiagovyh soprotivleniy pochvoobrabatyvaiushchyh i zemleroinykh mashyn i otsenka ih efektyvnosti dlia energosberehaiushchih tekhnolohiy. Dnepropetrovsk : Dnypro, 1995. 96 s.
6. Zamoiska K. V. Vplyv fizyko-mekhanichnykh vlastyvostei gruntu na yakist roboty rotnooho kultyvatora. Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnogo ahrarnotekhnichnoho universytetu. Vyp.13. Kamianets–Podilskyi : Abetka, 2005. S. 47–478.

V. B. Onyshchenko¹, V. M. Baranovskiy², M. I. Denyachenko³

¹National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²Ternopil National Technical University named after I. Pulyuya, Ternopil, Ukraine

³Malyny Vocational College, v. Hamarnya, Zhytomyr region, Ukraine

STUDY OF WORK PROCESS AND PARAMETERS OF EXPERIMENTAL MILLING CULTIVATOR KVF-4.0 WHEN PROCESSING BETWEEN ROWS OF YOUNG FOREST PLANTS

The main directions of economic and social development in Ukraine include the expansion of the production of machines and tools with active working bodies. In this regard, the designers of agricultural machinery are tasked with creating and improving the technical level of milling machines and combined units, with the help of which to implement small-operational technological processes using machines built according to the modular principle with serial unified units and units. In the fields of the national economy, milling tillage machines are used for the development of meadow-swamp grassy soils, the cultivation of soils with a heavy mechanical composition. The experimental cutting edge of the milling cultivator knife, which has an active working body with a vertical axis of rotation, reduces the effort of cutting the soil, improves the self-cleaning of the working body, allows you to increase labor productivity by 15-20%, and reduce fuel consumption.

Key words: vertical milling working body, knife holder, tillage, tillage cutter, outer edge of the knife.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДЕРЖАВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ВІДНОСИН У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

У статті розглянуто теоретичне підґрунтя розвитку державного регулювання земельних відносин у сільському господарстві. У процесі дослідження використано загальнонаукові, загальнологічні та спеціальні методи, зокрема за допомогою: діалектичного методу пізнання розкрито актуальність досліджуваної проблеми, визначено теоретичне підґрунтя державного регулювання земельних відносин у сільському господарстві; абстрактно-логічного та узагальнення – сформовано висновки; історико-логічного – досліджено генезис становлення та розвитку поняття державного регулювання земельних відносин.

Узагальнено наукові підходи щодо визначення сутності «земельних відносин». Встановлено, що земельні відносини є визначальними у всій системі виробничих відносин національної економіки. Вони становлять основу продовольчої безпеки країни, сприяють розширенню її експортного потенціалу та за сприятливого сценарію розвитку спроможні забезпечити формування гідних умов праці й проживання у сільській місцевості.

За результатами досліджень запропоновано розглядати державне регулювання земельних відносин як комплексу заходів правового, економічного, організаційного характеру, що здійснюють державні інститути, уповноважені на таку діяльність, з метою забезпечення раціонального використання та охорони земель, збереження і відтворення родючості ґрунтів, підвищення ефективності та конкурентоспроможності аграрного виробництва, зростання екологічної стійкості агроєкосистем.

Ключові слова: *земельні відносини, державне регулювання, землі сільськогосподарського призначення, охорона земель, екологічнобезпечне землекористування.*

Вступ. Сучасний світ стрімко розвивається, а населення планети уже перевищило 8 млрд людей, що потребують продуктів для харчування. Та протягом свого існування людство вже втратило понад 2 млрд га родючих земель, перетворивши їх на пустелі та інші бедленди. Однак процеси деградації земельних ресурсів продовжують активно поширюватись по всьому світу та ще й підсилюються глобальними кліматичними змінами. У таких умовах актуальним стає необхідність втручання держави у регулювання земельних відносин,

¹ **Лойко Світлана Володимирівна**, канд. екон. наук. E-mail: verbylosveta@gmail.com, ORCID 0000-0001-9605-9362

Матвієнко Аліна Петрівна, канд. екон. наук, старший науковий співробітник відділу земельних відносин та природокористування. E-mail: alina.pet.ma@gmail.com, ORCID 0000-0003-2872-4249.

спрямованих на екологобезпечне, раціональне й ефективне використання сільськогосподарських угідь.

Україна є найбільшою країною Європи за площею сільськогосподарських угідь, та ефективність їх використання залишається на досить низькому рівні. Однією з основних причин даного стану є самоусунення держави від регулювання земельних відносин.

Матеріал і методи дослідження. Інформаційною основою дослідження є наукові праці вітчизняних та зарубіжних вчених у галузі земельних відносин, нормативно-правові акти України, матеріали наукових конференцій, інформаційні ресурси всесвітньої мережі Інтернет.

У процесі дослідження використано загальнонаукові, загальнологічні та спеціальні методи, зокрема: за допомогою діалектичного методу пізнання розкрито актуальність досліджуваної проблеми, визначено теоретичне підґрунтя державного регулювання земельних відносин у сільському господарстві, абстрактно-логічного та узагальнення – сформовано висновки; історико-логічного досліджено генезис становлення та розвитку поняття державного регулювання земельних відносин.

Аналіз літературних джерел. Проблематика регулювання земельних відносин є предметом дослідження багатьох вітчизняних і зарубіжних вчених. Серед них можна виділити праці Л. Бойко, О. Кононенко, М. Мартинюка, О. Могильного, О. Нечипоренка, М. Федорова, О. Ходаківської та ін. Однак, незважаючи на наявність значного наукового доробку, питання державного регулювання земельних відносин залишаються актуальними і потребують подальшого дослідження в умовах нових викликів.

Результати дослідження. Сучасні економічні, екологічні, соціальні, політичні, правові, організаційні, інституціональні й інші умови розвитку українського суспільства висувують нові вимоги до державного регулювання земельних відносин, що відповідають рівню та характеру розвитку продуктивних сил. Розпорошеність законодавчих актів та їх невідповідність один одному, наявність різних, часто протилежних, політичних інтересів, постійна зміна організаційних структур центральних органів виконавчої влади, зростання кількості порушень земельного законодавства безпосередньо в системі управління землями сільськогосподарського призначення, загострення екологічних викликів, соціальне незадоволення діями керівників щодо вирішення земельних питань – це неповний перелік тих напрямів, які потребують негайного врегулювання з боку держави. Дотепер діючі форми, методи та моделі державного управління у сфері регулювання земельних відносин не задовольняють запити сьогодення, оскільки їх опрацювання виконувалось без

деталізації та за відсутності чітких критеріїв правових механізмів регулювання використання земельних ресурсів [2].

Земельні відносини є невід'ємною складовою суспільних відносин, тому доцільним є формування їх розвитку на засадах інституціональної економічної теорії, теорій просторової економіки, фізичної економії й інклюзивного розвитку економічних систем. Земельні відносини є основою аграрних відносин та визначають рівень розвитку продуктивних сил держави. Вони охоплюють велике коло питань стосовно прав власності, вартості землі, управління земельними ресурсами, оренди земель, платності землекористування тощо.

У спеціальній науковій літературі розкриваються різноманітні підходи щодо визначення поняття категорії «державне регулювання економіки», які формуються залежно від його спрямованості, об'єктів впливу, призначення, строковості тощо. Таким чином, за формами виокремлюють: загальне і спеціальне, короткострокове й довгострокове регулювання; за характером впливу на господарську систему – економічне, адміністративне, донорське, протекціоністське [5, с. 99]. За методами впливу держави на суб'єкти господарської діяльності виділяють економічне, правове й адміністративне регулювання. У свою чергу, економічне регулювання, яке вважається найбільш дієвим, поділяється на пряме й непряме [9, с. 522]. Пряме регулювання – безпосередній вплив держави на процеси у економіці за допомогою відповідних регуляторів, що відбувається через: бюджетне інвестування (фінансування) програм розвитку державних підприємств, науки, освіти, інфраструктури, соціального захисту населення, культури; регламентацію цін, встановлення мінімального розміру заробітної плати та інших ринкових інструментів. Крім того, прямий вплив може здійснюватися через використання адміністративних важелів, які регламентують певні завдання та обмеження підприємницької діяльності. Тоді, як непряме регулювання економіки здійснюється через внесення відповідних змін в умови функціонування ринкового механізму, що досягається за допомогою правових та економічних інструментів, застосовуючи які держава безпосередньо нічого не змінює, а створює лише передумови для цих змін у ринковому механізмі [13, с. 29]. За масштабами свого впливу державне регулювання може бути загальноекономічним, галузевим, міжгалузевим, скеровуватися на розв'язання проблем локального, регіонального, національного або глобального значення [12].

Існують різноманітні підходи щодо визначення методів державного регулювання економіки. Як правило у навчальній літературі їх поділяють на прямі (адміністративні) та непрямі (економічні) [3, с. 263; 13, с. 30–31]. У той час як у науковій їх пропонують групувати у чотири групи: 1) економічні (фінансово-економічні); 2) інституційно-правові; 3) організаційні; 4) соціальні (соціально-

психологічні) [8, с. 73].

Економічні (фінансово-економічні) полягають у регулюванні державного впливу на стійкий економічний розвиток і підвищення ефективності господарювання через застосування інструментів фіскального, податкового, грошово-кредитного, інвестиційного, цінового та інших механізмів.

До інституційно-правового належить регулювання, яке здійснюється саморегулювальними установами шляхом виконання повноважень, наданих законами чи підзаконними актами або делегуванням повноважень відповідних державних органів влади. Інституційно-правове регулювання ґрунтується переважно на зацікавленості учасників щодо дотримання норм, що зумовлюється добровільним характером участі у саморегулювальній організації та здійснюється відповідно до державно-правових норм і принципів [14, с. 5, 7].

Організаційні методи державного регулювання скоординують інтереси та ресурси окремих господарюючих суб'єктів і узгоджують відносини між ними за рахунок: 1) визначення процедури участі у тих чи інших заходах (наприклад, у процесі приватизації, державної реєстрації суб'єкта підприємницької діяльності); 2) сприяння укладанню угод; 3) надання необхідних консультацій та інформації; 4) розроблення стратегій, програм, прогнозів і планів розвитку держави (регіону, галузі); 5) координацію зусиль і ресурсів [7].

Основою соціально-психологічних методів державного регулювання є формування у громадян країни, перш за все, розвиненого почуття гідності та патріотизму, становлення екологічної свідомості та відповідальної поведінки, суспільної згуртованості, підвищення трудової активності, прагнення забезпечити добробут членів своєї родини і власний. О. А. Мельниченко пропонує за сферою впливу і формами реалізації розподілити їх на чотири групи: 1) соціальні (залучення, спонукання, роз'яснення, примус, включення громадян до участі в соціальному управлінні) – становлення особистості та гармонійний її розвиток; 2) психологічні (комплектування малих груп, гуманізації праці, психологічного тестування при доборі кадрів) – регулювання відносин між людьми; 3) політичні (пропаганда, політична агітація) – залучення дієздатного населення до політичного життя в країні; 4) морально-етичні (моральне стимулювання, стягнення, етичне виховання, переконання) – формування системи ціннісних орієнтирів, створення умов для здійснення державно-управлінської діяльності з додержанням встановлених моральних норм [7].

Аграрний сектор економіки має свої особливості державного регулювання. Так, В. Г. Андрійчук зазначає, що під державним регулюванням аграрного сектору слід розуміти «систему економічних, фінансових, юридично-правових, організаційних і соціальних заходів, здійснюваних державою з метою забезпечення ефективного і стабільного розвитку сільськогосподарського

виробництва та повного забезпечення населення якісним продовольством за прийнятними ринковими цінами» [1, с. 52].

Розкриваючи сутність державного регулювання аграрного виробництва, О. М. Могильний зазначає, що це «економіко-нормативний вплив на процеси його розвитку з метою адаптації суб'єктів господарювання до зміни макроекономічних параметрів країни, усунення дестабілізуючої дії кон'юнктурних і сезонних цінових коливань аграрного ринку, пом'якшення природно-кліматичних, екологічних та інших специфічних для галузі ризиків» [8, с. 52].

Досліджуючи економічну сутність державного регулювання в аграрній сфері, П. Т. Саблук, Д. Я. Карич, Ю. С. Коваленко зробили висновок, що це «механізм цілеспрямованого формування раціональної структури сільськогосподарського виробництва, міжгосподарських та міжгалузевих зв'язків, оптимальних розмірів господарських одиниць, соціальної інфраструктури сільської місцевості, аграрного ринку, доходів фермерів тощо» [11, с. 114].

У аграрному секторі господарювання земля є основним засобом виробництва, територією його розміщення і природним ресурсом, тому ефективний і стабільний розвиток сільських територій, перш за все, залежить від охорони й використання земель сільськогосподарського призначення. Проблеми регулювання земельних відносин, оренди земель, їх раціонального та ефективного використання є предметом досліджень вчених. Проте, незважаючи на значну кількість наукових пошуків, поки-що не сформовано ефективної системи державного регулювання земельних відносин у сільському господарстві.

Проведення в Україні реформи земельних відносин відзначилось докорінною зміною форм власності на землю, розв'язанням проблем щодо забезпечення громадян земельними наділами, введенням плати за користування земельними ресурсами, створенням передумов формування ринку земель сільськогосподарського призначення і його інфраструктури [6].

Зміна форм власності на землю (з державної на приватну) спричинила виникнення значної кількості суб'єктів земельних відносин (власників земельних часток (паїв)), що ускладнює регулювання використання земельних ресурсів. Із розвитком ринкових відносин стало важливим вдосконалення державного регулювання охорони й використання саме сільськогосподарських угідь з метою підвищення ефективності аграрного землекористування, збереження і відтворення родючості ґрунтів, забезпечення продовольчої безпеки країни.

У зв'язку зі змінами, що відбулись у земельних відносинах після реформування, «управління у сфері використання та охорони земель слід розглядати як організаційно-правову діяльність уповноважених органів із

забезпечення раціональної та ефективної експлуатації земель усіма суб'єктами господарювання в межах, визначених земельним законодавством України» [6]. У той же час спостерігається недостатнє фінансування аграрного виробництва, недосконалість управління використанням, охороною та відтворенням земельних ресурсів на сучасному етапі розвитку. Усе це призводить до порушення якісного стану земельного фонду, збільшення процесів деградації земель, зниження родючості ґрунтів [6].

Результати проведених досліджень дозволили нам сформулювати наступне визначення державного регулювання земельних відносин у сільському господарстві як комплексу заходів правового, економічного, організаційного, контролюючого характеру, що здійснюють державні інститути, уповноважені на таку діяльність, з метою забезпечення раціонального використання й охорони земель, збереження і відтворення родючості ґрунтів, зростання ефективності та конкурентоспроможності аграрного виробництва, підвищення екологічної стійкості агроecosystem.

Заходи державного регулювання за характером їх впливу на господарські суб'єкти поділяються на прямі та непрямі. До методів прямого впливу відносяться засоби, за допомогою яких держава безпосередньо втручається у сферу охорони й використання земель (нормативно-правові акти, пряма фінансова підтримка, ліцензування, стандарти, нормативи тощо). До методів непрямого (опосередкованого) впливу відносяться переважно інструменти економічного регулювання (оподаткування, стимулювання, страхування, штрафні санкції та ін.).

Як зазначалось вище, у науковій літературі інструменти державного регулювання як правило поділяють на: правові, адміністративні та економічні. Деякі науковці виділяють в окрему групу ще й організаційні. На нашу думку, доцільно було б об'єднати правові та адміністративні в один блок регуляторів, враховуючи їх тісний взаємозв'язок (рис. 1).

Розвиток державного регулювання земельних відносин у сільському господарстві відбувається згідно принципів:

– науковості (наукового обґрунтування) – поєднання теоретичних основ державного регулювання з об'єктивними вимогами економічних законів, сучасного стану економічного, політичного і соціального розвитку суспільства, а також врахування національних (ментальних) особливостей;

– цілеспрямованості – державне регулювання має спрямовуватися на досягнення конкретних цілей;

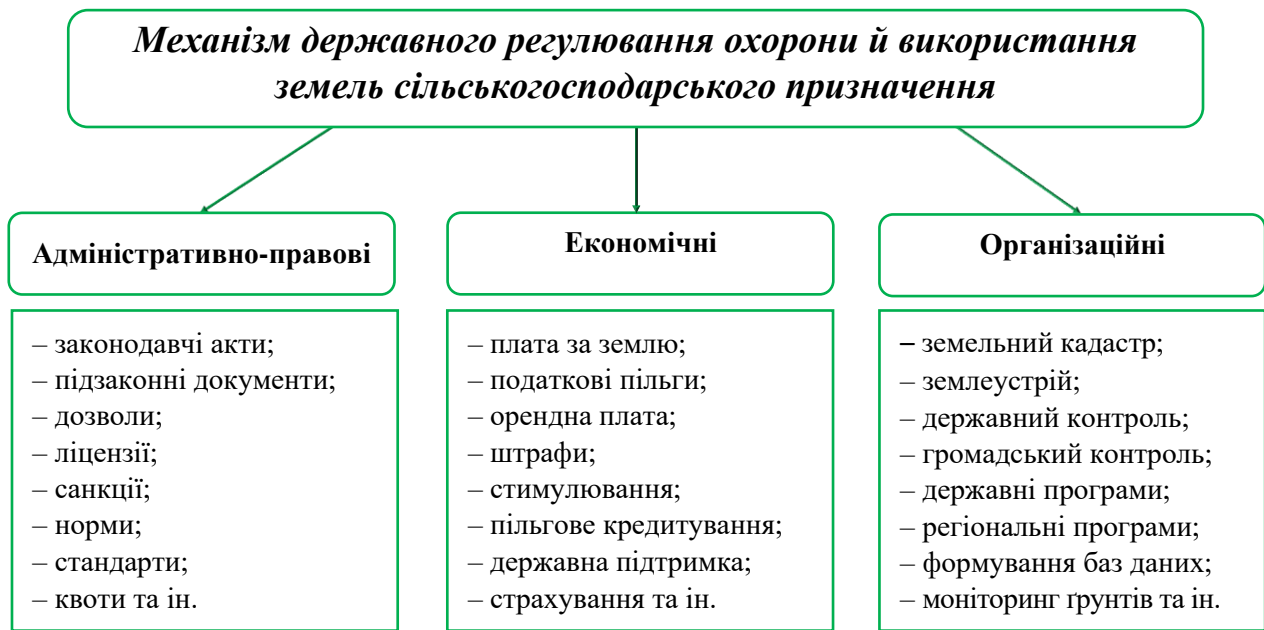


Рис. 1. Основні важелі державного регулювання земельних відносин

Джерело: Сформовано авторами на основі аналізу наукових публікацій.

– погодження інтересів – врахування інтересів різних господарюючих суб’єктів на загальнодержавному, регіональному, локальному (керівників і працівників, споживачів і виробників тощо) рівні та суспільства в цілому;

– системності – «вплив держави повинен мати системний характер» [4] і забезпечувати функціонування державного механізму регулювання охорони й використання земель на різних рівнях і етапах землекористування в аграрному секторі економіки;

– доцільності – обґрунтована необхідність втручання відповідних органів з метою вирішення існуючих національних, регіональних чи галузевих проблем;

– пріоритетності – базується на «виділенні основних соціально-економічних проблем розвитку країни, на вирішенні яких державі слід зосередити свої зусилля» [4], наприклад, визначити охорону й використання земель сільськогосподарського призначення пріоритетним напрямом державної аграрної політики;

– комплексності – зумовлює «необхідність використання державою всього арсеналу засобів та інструментів» [4] (економічних, адміністративно-правових, організаційних тощо), наявних у її розпорядженні, для забезпечення дотримання вимог щодо екологічно безпечного землекористування;

– адекватності – система державних регуляторів економіки та засоби їх застосування мають відображати реалії сучасного етапу соціально-економічного розвитку і політичних реалій, а також оцінку загальної політичної та економічної

ситуації;

- ефективності – забезпечення ефективного використання фінансових ресурсів, що виділяються для стимулювання охорони земель та її екологічнобезпечного використання;

- збалансованості – єдність загальнонаціонального, регіонального і галузевого рівнів державного регулювання, врахування особливостей фаз суспільного відтворення, окремих секторів і сфер господарства;

- адаптації – здатність механізму державного регулювання, підлаштовуватись до змін економічних умов, соціальних процесів, а у сільському господарстві, крім цього, ще й до глобальних змін клімату;

- зрозумілості – регуляторні акти мають бути простими за змістом, не містити положень, що допускають двозначні тлумачення, у громадян і підприємців не повинно виникати труднощів із розумінням їхніх положень;

- прозорості – має бути наявною і загальнодоступною повна інформація про законодавчі та інші регуляторні акти, порядок їх виконання, роботу органів, які забезпечують їх виконання;

- реальності – державне регулювання повинно ґрунтуватися на реальних, а не ідеальних передумовах, не вступати у протиріччя із сформованою структурою господарства і раціональними діями індивідів;

- відповідальності – забезпечення правомірної відповідальності всіх учасників: землевласників, землекористувачів, орендарів земельних ділянок, органів місцевого самоврядування та держави за порушення вимог земельного законодавства;

- врахування громадської думки – налагодження ефективної системи взаємодії між громадськими інститутами, громадянами, юридичними особами та органами державної влади, місцевого самоврядування в частині забезпечення доступу до інформації у сфері земельних відносин, прозорості та легітимності управлінських рішень, створення системи громадської протидії корупції в органах державної влади у процесі прийняття і виконання рішень щодо володіння, користування та розпорядження землею [4, 10].

На сьогодні державне втручання в регулювання земельних відносин у сільському господарстві є загальнонаціональною необхідністю, адже земля – це національне багатство. Саме земельні ресурси при їх ефективному і раціональному використанні забезпечують продовольчу безпеку країни та екологічну стійкість природних і агроєколандшафтів.

Висновки. Встановлено, що земельні відносини – це врегульовані нормами земельного права суспільні відносини, що виникають між юридичними та фізичними особами, органами державної влади, місцевого самоврядування щодо володіння, користування, розпорядження землею, а також управління

земельними ресурсами на всіх ієрархічних рівнях. На основі теоретичних узагальнень щодо розуміння категорії «земельних відносин» сформовано визначення досліджуваної дефініції під якою пропонується розуміти «урегульовані нормами земельного права суспільні відносини, що виникають між юридичними та фізичними особами, органами державної влади, місцевого самоврядування щодо володіння, користування, розпорядження і управління земельними ділянками на всіх ієрархічних рівнях управління, пов'язані з перерозподілом земель та земельної ренти, зміною форм власності, здійсненням заходів щодо охорони земель та їх раціонального використання».

За результатами досліджень сформовано узагальнене поняття державного регулювання земельних відносин як системи заходів правового, економічного, організаційного і контролюючого характеру, спрямованих на раціональне використання земель, запобігання їх необґрунтованому вилученню для несільськогосподарських потреб, захист сільськогосподарських угідь від антропогенного впливу, природних факторів деградації, радіаційного забруднення, відтворення й підвищення родючості та продуктивності ґрунтів.

References

1. Andriichuk V. H. *Ekonomika ahrarnykh pidpryemstv : pidruchnyk*. 2-he vyd., pererob. i dopov. Kyiv : KNEU, 2002. 624 s.
2. Bashtannyk V. V., Presich P. Yu. *Mekhanizm derzhavnoho upravlinnia vykorystanniam zemel silskohospodarskoho pryznachennia*. Publichne administuvannia: teoriia ta praktyka. 2017. Vyp. 1 (17). URL : [http://www.dridu.dp.ua/zbirnik/2017-01\(17\)/9.pdf](http://www.dridu.dp.ua/zbirnik/2017-01(17)/9.pdf) (Data zvernennia 10.03.2022).
3. Yeshchenko P. S., Palkin Yu. I. *Suchasna ekonomika : navch. posib*. Kyiv : Vyshcha shkola, 2005. 325 s.
4. Latynin M. A. *Teoretychni pidkhody shchodo vyznachennia mekhanizmu derzhavnoho rehuliuвання rozvytku ahrarnoho sektora ekonomiky Ukrainy*. Derzhavne upravlinnia: teoriia ta praktyka. 2005. № 2. URL : [http://www.nbu.gov.ua/e/journals/DUTP/2005\) 2/txts/galuz/05lmaseu.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e/journals/DUTP/2005) 2/txts/galuz/05lmaseu.pdf). (Data zvernennia: 29.01.2022).
5. Makarenko A. P. *Teoriia i praktyka derzhavnoho rehuliuвання v ahrarnii sferi: monohrafiia*. Kyiv : NNTs «Instytut ahrarnoi ekonomiky» UAAN, 2009. 636 s.
6. Makieieva L. M. *Teoretychni aspekty derzhavnoho rehuliuвання vykorystannia ta okhorony zemel. Rozvytok systemy derzhavnoho upravlinnia v Ukraini. Teoriia ta praktyka upravlinnia*. Vyp. 3 (34). S. 89–95.
7. Melnychenko O. A. *Metody ta zasoby derzhavnoho rehuliuвання rivnia ta yakosti zhyttia naselennia*. Derzhavne budivnytstvo. 2007. № 1 (1). URL : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/DeBu_2007_1\(1\)__18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/DeBu_2007_1(1)__18) (Data zvernennia 22.06.2022).
8. Mohylnyi O. M. *Rehuliuвання ahrarnoi sfery*. Uzhhorod : IVA, 2005. 400 s.
9. Mochernyi S. V. *Osnovy ekonomichnykh znan : pidruchnyk*. Kyiv : Akademiia, 2004. 856 s.
10. Pavlova H. Ye. *Pryntsypy suchasnoi systemy derzhavnoho rehuliuвання ahrarnoho sektora ekonomiky*. *Ekonomika ta derzhava*. 2013. № 7. S. 34–36.

11. Sabluk P. T., Karych D. Ya., Kovalenko Yu. S. *Osnovy orhanizatsii silskohospodarskoho rynku*. Kyiv : IAE UAAN, 1997. 140 s.
12. Satanovska O. Rol derzhavy v rehuliuванні ekonomichnykh vidnosyn. *Ekonomika Ukrainy*. 1999. № 11. S. 38–41.
13. Stelmashchuk A. M. *Derzhavne rehuliuвання ekonomiky : Navchalnyi posibnyk*. Ternopil : TANH, 2000. 315 s.
14. Tereshchenko H. M. *Rehuliuвання rynku tsinnykh paperiv : avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. ekon. nauk: spetsialnist 08.04.01 «Finansy, hroshovyi obih i kredyt» N.-d. finan. in-t pry M-vi finansiv Ukrainy. K., 2005. 18 s.*

S. V. Loiko¹, A. P. Matviienko²

¹ *Malyn Applied College Gamarnya, Malyn, Ukraine*

² *National Scientific centre "Institute of agrarian economics", Kyiv, Ukraine*

THEORETICAL BASIS OF STATE REGULATION OF LAND RELATIONS IN AGRICULTURE

The article examines the theoretical basis of the development of state regulation of land relations in agriculture. In the process of research, general scientific, general logical and special methods were used, in particular, with the help of: the dialectical method of cognition, the relevance of the investigated problem was revealed, the theoretical basis of the state regulation of land relations in agriculture was determined; abstract-logical and generalization - conclusions are formed; historical and logical - the genesis of the formation and development of the concept of state regulation of land relations was investigated.

Scientific approaches to determining the essence of "land relations" are summarized. It was established that land relations are decisive in the entire system of production relations of the national economy. They form the basis of the country's food security, contribute to the expansion of its export potential and, under a favorable development scenario, are able to ensure the formation of decent working and living conditions in rural areas.

Based on the results of the research, it is proposed to consider the state regulation of land relations as a set of measures of a legal, economic, and organizational nature, carried out by state institutions authorized for such activities, with the aim of ensuring the rational use and protection of land, preservation and reproduction of soil fertility, increasing the efficiency and competitiveness of agricultural production, increasing ecological sustainability of agroecosystems.

Key words: *land relations, state regulation, agricultural land, land protection, ecologically safe land use.*

Ознайомитись з порядком оформлення та подання публікацій до редакційної колегії «Вісника Малинського фахового коледжу» можна на сайті коледжу:

<http://surl.li/czjyh>

**ВІСНИК
МАЛИНСЬКОГО ФАХОВОГО КОЛЕДЖУ**

ВИПУСК 1

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
(Серія ЖТ, № 368/745Р від 31.12.2021 р.)