

ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО

УДК 630*26:502.131.1:631.95

Агролісівництво: забезпечення сталого розвитку агроєкосистем (огляд)

Лозінська Т.П.¹ , Масальський В.П.¹ ,
Пенькова С.В.¹ , Терновий Ю.В.² 

¹ Білоцерківський національний аграрний університет² Скверська дослідна станція органічного виробництва ІАП НААН

E-mail: Лозінська Т.П. lozinskatat@ukr.net; Масальський В.П. vlad.masalskiy71@gmail.com;
Пенькова С.В. svitlana1986r@ukr.net; Терновий Ю.В. E-mail: ternowoj@i.ua



Лозінська Т.П., Масальський В.П., Пенькова С.В., Терновий Ю.В. Агролісівництво: забезпечення сталого розвитку агроєкосистем (огляд). «Агробіологія», 2025. № 1. С. 331–342.

Lozinska T., Masalskiy V., Penkova S., Ternoviy Yu. Agroforestry: ensuring sustainable development of agroecosystems (review). «Agrobiology», 2025. no. 1, pp. 331–342.

Рукопис отримано: 18.02.2025 р.

Прийнято: 05.03.2025 р.

Затверджено до друку: 22.05.2025 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2025-1-331-342

У статті розглянуто питання сталого розвитку агроєкосистем, спрямованого на ефективне використання природних ресурсів, збереження біорізноманіття та підвищення продуктивності сільськогосподарства. В умовах глобального потепління та впливу військових дій на території України, важливим є впровадження інноваційних методів агролісівництва та алейного землеробства.

Проаналізовано сучасні дослідження щодо раціонального використання ґрунтових ресурсів, водоощадних технологій, збереження біорізноманіття та зменшення хімічного навантаження. Розглянуто значення інноваційних технологій, таких як ГІС-технології, дрони, супутниковий моніторинг, біотехнології та агроєкологічні підходи.

Стаття також висвітлює соціально-економічні аспекти сталого розвитку агроєкосистем, включаючи розвиток сільських громад, забезпечення продовольчої безпеки та створення «зелених робочих місць». Запропоновано схеми змішаної посадки деревних культур і лікарських рослин, таких як липа і лаванда, павловнія і лаванда, та наведено інші можливі варіанти змішаних посадок.

Основна мета статті – показати перспективи використання інноваційних методів агролісівництва та алейного землеробства для забезпечення сталого розвитку агроєкосистем в Україні, сприяючи збереженню довкілля, підвищенню економічної ефективності та покращенню якості життя сільських громад.

Показано, що вплив глобального потепління та військові дії в Україні ставлять додаткові виклики перед агроєкосистемами. Для їхнього подолання важливо впроваджувати інноваційні методи, такі як використання дронів, супутникового моніторингу, біотехнологічних методів та агроєкологічних підходів.

Впровадження інноваційних методів агролісівництва та алейного землеробства може забезпечити стійкий розвиток агроєкосистем в Україні, сприяючи збереженню довкілля, підвищенню економічної ефективності та покращенню якості життя сільських громад.

Ключові слова: агролісівництво, сталий розвиток, агроєкосистеми, деревні породи, лікарські рослини, алейне землеробство, біорізноманіття.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Сталий розвиток агроєкосистем спрямований на ефективне використання природних ресурсів, збереження біорізноманіття, підвищення продуктивності сільськогосподарства та мінімізацію негативного впливу на довкілля. Особливо великого впливу завдає глобальне потепління та військові дії на території нашої держави [1, 2].

Важливим етапом у сталому розвитку є стійкість агроєкосистеми, а саме здатність агрофітоценозу протистояти комплексу зовнішніх і внутрішніх несприятливих умов росту і розвитку, забезпечувати отримання сталого врожаю рослинницької продукції. Сучасними дослідженнями доведено і вказано, що «зміна соціально-економічної ситуації сьогодення і радикальна перебудова системи виробничих відносин у аграрному секторі дає змогу на основі інтеграції наукових досліджень комплексно підійти до розв'язання назрілих екологічних проблем в Україні і захистити одну із частин нашої біосфери – агроферу» [3].

Наукою визнано, що найбільш реальним способом керування продукційними та середовищетуворювальними функціями є використання сучасних методів дослідження закономірностей і особливостей онтогенетичної та філогенетичної адаптації біокомпонентів агроценозу [4].

Забезпечення сталого розвитку агроєкосистем можливе за дотримання основних їх принципів, а саме екологічної стійкості, економічної ефективності та соціальної відповідальності [5].

Для забезпечення сталого розвитку агроєкосистем є кілька методів:

1. Рациональне використання ґрунтових ресурсів (впровадження органічного землеробства; сівозміння для запобігання виснаженню ґрунтів; використання сидератів для збагачення ґрунту органічною речовиною) [6].

2. Водоощадні технології (крапельне зрошення та збереження вологи в ґрунті; будівництво водозбірних систем для зменшення водного стресу; очищення та повторне використання стічних вод для поливу) [7].

3. Збереження біорізноманіття (використання агролісівництва; відновлення луків і пасовищ, збереження природних екосистем у сільськогосподарських ландшафтах; використання місцевих, стійких до кліматичних змін сортів рослин) [8].

4. Зменшення хімічного навантаження (використання біологічних методів захисту рослин; заміна синтетичних пестицидів на натуральні препарати; вирощування стійких

до шкідників культур, селекційно адаптованих до місцевих умов) [9].

5. Інноваційні технології (використання ГІС-технологій для моніторингу стану полів; використання дронів для аналізу вологості ґрунту, виявлення шкідників і оптимізації внесення добрив; використання Big Data та штучного інтелекту для прогнозування врожайності та ефективного управління ресурсами) [8].

Важливе місце у вивченні цього питання займають соціально-економічні аспекти сталого розвитку, що передбачають розвиток сільських громад, забезпечення продовольчої безпеки завдяки вирощуванню екологічно чистих продуктів та створення «зелених робочих місць» у сфері екологічного землеробства.

Сталий розвиток агроєкосистем можливий за умови комплексного підходу до збереження ресурсів, впровадження екологічних технологій та раціонального землекористування. Запровадження інноваційних методів і підтримка природоохоронних заходів дозволять забезпечити стабільну продовольчу систему та мінімізувати негативний вплив сільського та лісового господарства на довкілля.

Наступні 10 років в Україні будуть теплішими, ніж попереднє десятиріччя. За даними Всесвітньої метеорологічної служби, членом якої є і Український Гідрометцентр, роки з 2015 до 2023 були найтеплішими за всю історію метеорологічних спостережень.

Україна одна із перших приєдналася до Паризької кліматичної угоди в межах Рамкової конвенції ООН про пом'якшення наслідків зміни клімату, прийнятої 12 грудня 2015 р. Для реалізації внеску України в її межах необхідно впроваджувати інновації та найкращі світові практики в усіх ключових секторах економіки, щоб досягнути нульового рівня викидів до 2050 р. Процес секвестрації вуглецю агроландшафтом включає видалення CO₂ з атмосфери рослинами в процесі фотосинтезу та його зберігання у генетичному профілі ґрунту і рослинної біомаси. Наразі всі системи землеробства мають бути клімато-орієнтованими, щоб зменшити глобальне потепління. У будь-якому випадку нам потрібно шукати вихід, адже змін клімату не уникнути. Нині законодавство Євросоюзу вже кліматоорієнтоване [10].

Вплив глобального потепління на агроландшафти є багатовимірним, що потребує адаптаційних заходів, таких як зміна методів землеробства, впровадження стійких культур та розвиток водозберігаючих технологій.

Дослідниками наведено приклади впливу глобального потепління на агроландшафти: зміна режиму опадів і посухи [11], засолення

ґрунтів (підвищення температури та випаровування призводить до накопичення солей у ґрунті, що знижує врожайність) [12], розширення ареалів шкідників і хвороб (підвищення температури зумовлює поширення нових видів комах-шкідників та грибкових інфекцій через підвищену вологість) [13], зниження родючості ґрунтів (втрата гумусу через швидке розкладання органічної речовини за високих температур, деградація чорноземів у зонах з підвищеним ризиком посух) [14], зміщення агрокліматичних зон (північне просування теплових поясів змінює території, придатні для сільського господарства, витіснення традиційних культур через зміну кліматичних умов [15], втрата біорізноманіття (вимирання або зменшення чисельності рослин, які не адаптовані до зміни клімату, зменшення видового різноманіття у степових екосистемах через посухи) [16], збільшення частоти екстремальних погодних явищ (урагани, повені та град пошкоджують посіви, спекотні періоди скорочують вегетаційний період рослин) [17], можливість інтенсифікації або пом'якшення викидів парникових газів із ґрунту, отримання повного розуміння цих явищ у системах агролісівництва [18].

За твердженнями В.Ю. Юхновського та О.М. Тупчія «системи агролісівництва є менш уразливі до змін клімату, поширення їх з кожним роком зростає, ...агролісівництво є безальтернативним шляхом поліпшення якості природного середовища, новим етапом розвитку агролісомеліорації» [19].

Агролісівництво має вищий рівень економічної ефективності порівняно з лісовим господарством та нижчий порівняно з сільським господарством. Проте цей показник значно різниться і залежить від ґрунтово-кліматичних умов, державної підтримки проєктів агролісівництва, вартості компенсації фіксації вуглекислого газу та інших чинників. Зокрема, «ціна компенсації вуглецю» може підвищити економічний ефект агролісівництва порівняно з класичним аграрним виробництвом [20].

Метою досліджень є аналіз перспективних методів агролісівництва як складової сталого розвитку агроекосистем. Для досягнення мети визначені певні завдання, які полягають у створенні сприятливих систем збереження біорізноманіття для забезпечення сталого розвитку, рекомендації щодо впровадження інноваційних методів збереження агроландшафтів.

Матеріал і методи дослідження. Матеріалом слугували літературні джерела (наукові статті, книги та інші публікації, що містять інформацію про агролісівництво та алейне

землеробство), вибір деревних і трав'янистих рослин для дослідження їхньої сумісності та впливу на екосистему.

Методи: соціально-економічні (вивчення впливу агролісівництва та алейного землеробства на місцеві громади, економічну ефективність та соціальні аспекти), спостереження, моніторинг, опис, порівняння, аналіз [21].

Результати дослідження та обговорення. Агролісівництво – це система інтегрованого управління землею, яка поєднує вирощування сільськогосподарських культур, утримання худоби та лісові насадження для підвищення продуктивності земель, збереження ґрунту та покращення екологічного балансу. Сучасні інноваційні методи сприяють підвищенню ефективності цієї системи та забезпечують сталий розвиток агроекосистем (табл.1).

Інноваційні методи в агролісівництві сприяють збереженню довкілля, підвищенню продуктивності земель і покращенню економічної ефективності агролісових систем. Використання сучасних технологій дозволяє мінімізувати негативний вплив на екосистеми та адаптувати лісове господарство до кліматичних змін.

На сьогодні необхідно звернути увагу на використання алейного землеробства в сільському і лісовому господарстві. Алейне землеробство (*alley cropping*) – це агролісівнича система, що поєднує вирощування сільськогосподарських культур між рядами дерев або чагарників [8, 22]. Така практика сприяє підвищенню продуктивності земель, збереженню родючості ґрунтів, зменшенню ерозійних процесів і створенню сталих ландшафтних систем. Воно має низку переваг, а саме:

- підвищення продуктивності земель (дерева та чагарники покращують мікроклімат, знижують вплив вітру та сонячної радіації на польові культури; взаємодія між деревними рослинами та сільськогосподарськими культурами сприяє ефективному використанню ресурсів);

- запобігання ерозії ґрунтів (ряди дерев утримують ґрунт на місці, зменшуючи вплив водної та вітрової ерозії; коренева система дерев стабілізує ґрунтову структуру);

- поліпшення родючості ґрунтів (дерева, особливо бобові культури (акація, гліцинія), збагачують ґрунт азотом; опадання листя та біомаси сприяє формуванню природного гумусу);

- захист біорізноманіття (алеїне землеробство створює сприятливі умови для птахів, комах-запилювачів та корисних ґрунтових мікроорганізмів);

- економічна ефективність (додатковий дохід від деревини, плодів, лікарських рослин або кормових культур; зменшення витрат на хімічні добрива завдяки природному поліпшенню ґрунту).

Основні підходи до використання алейного землеробства в лісовому господарстві полягають у багатьох аспектах. Важливим є вирощування дерев з коротким циклом рубок. У таких випадках потрібно висаджувати швидкорослі види дерев (тополя, верба,

акація), які можна використовувати для отримання деревини, біопалива або паперової сировини. Поєднання вирощування деревних порід з пасовищами забезпечує тінь для худоби під час випасу та кормові ресурси.

Водночас застосовують захисні смуги для сільськогосподарських культур завдяки висадженню рядів дерев між полями для запобігання вітрової і водної ерозії та використання медоносних дерев і чагарників для залучення запилювачів.

Таблиця 1 – Характеристика основних інноваційних методів в агролісівництві (сформована авторами)

№	Методи	Характеристика методів	Приклад використання
1.	Використання дронів та супутникового моніторингу	Моніторинг стану лісосмуг та посівів.	Використання супутникових даних Sentinel-2 та дронів з NDVI-аналізом для визначення стану рослинності.
		Виявлення ерозійних процесів.	
		Оптимізація догляду за рослинами (диференційоване внесення добрив і води).	
2.	Смарт-лісівництво та цифрові технології	(ГІС (геоінформаційні системи) для управління лісовими екосистемами.	Використання програмного забезпечення LandSat і ArcGIS для оцінки змін у лісових екосистемах.
		Сенсори вологості та температури для моніторингу стану ґрунту.	
		Прогнозування росту насаджень на основі штучного інтелекту (AI).	
3.	Біотехнологічні методи	Вирощування мікоризних грибів для підвищення стійкості дерев і рослин.	Використання азотфіксуючих мікроорганізмів у кореневій зоні для поліпшення росту дерев.
		Генетично вдосконалені сорти дерев з підвищеною стійкістю до посухи та хвороб.	
		Мікроклональне розмноження цінних порід дерев для створення продуктивних насаджень.	
4.	Інноваційні методи збереження ґрунтів	Система "ключового рельєфу" (Keyline Design) для контролю водного балансу.	Використання акації білої для зупинення піщаних бур у посушливих регіонах.
		Контурне лісосмугове землеробство – створення смуг дерев між полями для захисту від вітрової та водної ерозії.	
		Посадка дерев з глибокими кореневими системами для стабілізації ґрунту.	
5.	Агроекологічні підходи	Агрофорестрі – поєднання багаторічних деревних культур із сільськогосподарськими культурами.	Інтеграція горіхових плантацій із зерновими культурами для покращення економічної ефективності.
		Смугове міжкультурне вирощування – висаджування дерев і кущів у поєднанні з польовими культурами.	
		Відновлення деградованих земель за допомогою лісосмуг.	
6.	Використання відновлюваних джерел енергії	Сонячні батареї в агролісових системах для автономного енергозабезпечення.	Інсталяція сонячних панелей у тіні дерев для оптимального використання простору.
		Біогазові установки для отримання енергії з органічних відходів.	
		Використання енергії вітру для насосних станцій у зрошенні лісосмуг.	

Також можна розглядати можливість вирощування лікарських і технічних рослин між деревами, вирощування ефіроолійних рослин та декоративних культур для ландшафтного озеленення.

Алейне землеробство широко використовують в США та Канаді для підвищення врожайності кукурудзи, сої та інших культур, інтегруючи їх з деревами, які покращують стан ґрунту. У Франції та Німеччині його застосовують для захисту від деградації земель та змін клімату. В умовах України алейне землеробство доцільно впроваджувати в степовій зоні для захисту від посухи та покращення меліоративних властивостей лісосмуг [22].

Отже, алейне землеробство – це перспективний напрям у лісовому господарстві, що

сприяє сталому використанню земельних ресурсів. Інтеграція деревних і сільськогосподарських культур підвищує економічну ефективність, покращує стан ґрунтів і зменшує негативний вплив змін клімату. Впровадження цієї системи дозволить оптимізувати ведення лісового господарства та покращити екологічний баланс регіонів.

Використовуючи досвід інших країн і впровадження агролісівництва в Україні можна запропонувати наступні схеми поєднання вирощування сільськогосподарських і лісових культур, які сприяють підвищенню продуктивності земель, збереженню ґрунтів та адаптації до змін клімату. Такі схеми можуть бути адаптовані під конкретні кліматичні умови, типи ґрунтів і агрономічні цілі (табл. 2).

Таблиця 2 – Схеми для створення систем алейного землеробства (сформовано авторами)

№ п/п	Приклад схеми	Структура	Приклад застосування
1.	Класична схема (ряди дерев + міжряддя під польові культури).	Дерева висаджуються рядами (алеї) на відстані 10–15 м один від одного. У міжряддях вирощуються зернові або овочеві культури.	Тополя або акація + пшениця, кукурудза, соя.
2.	Лісосмуги з міжряддям під кормові культури	Висадження дерев (акація, дуб) рядами для захисту від вітру. У міжряддях – люцерна, конюшина або інші кормові трави.	Відновлення деградованих земель із одночасним використанням території для випасу тварин.
3.	Силвопасторальна система (дерева + випас худоби)	Ряди дерев забезпечують тінь для тварин і захищають ґрунт. Вільний простір використовують для випасу худоби.	Вирощування горіхоплідних дерев із випасом овець чи великої рогатої худоби.
4.	Фруктові дерева + зернові культури	Висадження яблунь, груш або слив у рядах. У міжряддях вирощуються озимі зернові культури.	Комбіноване вирощування яблунь із житом або пшеницею.
5.	Ефіроолійні культури + лісові насадження	Висадка лаванди, м'яти або чебрецю між рядами дерев. Дерева – дуб, сосна або ялиця.	Вирощування лаванди між дубами для отримання деревини та ефірних олій.
6.	Бобові культури між деревами (відновлення ґрунтів)	Посадка азотфіксуючих дерев (гледичія, біла акація). У міжряддях – соя, горох або нут.	Відновлення бідних ґрунтів у посушливих регіонах.
7.	Лікарські рослини між рядами дерев	Висадка дуба, каштана або липи для деревини. У міжряддях – ехінацея, ромашка або меліса.	Отримання деревини й лікарської сировини з однієї ділянки.
8.	Дерева з швидкорослими культурами (біоенергетика)	Посадка енергетичних культур (верба, тополя). У міжряддях – ріпак, сорго або кукурудза.	Отримання біопалива та корму одночасно.
9.	Медоносні дерева + гречка або соняшник	Посадка липи, акації чи верби для виробництва меду. Вирощування гречки, соняшнику або інших медоносів у міжряддях.	Підвищення врожайності завдяки природному запиленню.
10.	Лісосмуги для виноградарства	Висадження захисних деревних смуг (клен, дуб) уздовж виноградників. Між рядами виноградної лози – сидерати (конюшина, гірчиця).	Захист виноградників від вітру та ерозії ґрунтів.

Захисні лісосмуги (алеї дерев) висаджують рядами на певній відстані (15–50 м залежно від потреб). Для їх створення використовують швидкорослі та азотфіксуючі породи (акація, шовковиця, тополя, верба). Такі насадження створюють сприятливий мікроклімат і захищають посіви від ерозії. Міжряддя (зони землеробства або випасу) створюють для вирощування сільськогосподарських культур (зернові, овочі, бобові, лікарські рослини) або використовують як пасовище для худоби в силвопасторальних системах.

Систему крапельного або природного зрошення розміщують між деревами для підтримання вологості. Також можливе використання органічної мульчі для збереження води та підвищення родючості ґрунту.

Ґрунтозахисні технології передбачають впровадження вирощування сидератів для збагачення ґрунту. Також можна розглядати можливість використання контурного розміщення лісових смуг для запобігання ерозії.

З огляду на зазначене вище, можна рекомендувати запропоновані схеми використовувати у степовій зоні: висадження акації та гледичії між посівами пшениці для захисту від ерозії; у лісостеповій зоні: інтеграція плодових дерев (горіх, каштан) з лікарськими рослинами (лаванда, ехінацея); у Карпатах: вирощування кормових культур між рядами модрина та дуба для підтримки фермерських господарств.

Отже, запропоновані схеми дозволяють поєднати лісове господарство із землеробством або тваринництвом, підвищити продуктивність земель, покращити родючість ґрунтів та забезпечити екологічну стійкість агроландшафтів.

Враховуючи, що зміни клімату знижують рівень продовольчої безпеки, вони ставлять під загрозу виконання планів, які спрямовані на досягнення Цілей сталого розвитку. Кліматичні зміни створюють загрози і ризики для сільського господарства. Антропогенне навантаження на агроєкосистеми та навколишнє природне середовище одночасно з катастрофічними природними явищами можуть призвести до негативного синергетичного ефекту та «каскадування» ризиків» [23].

Одними із ключових можливостей аграрного сектору внаслідок змін клімату є розвиток нових напрямів наукових досліджень, а також використання дистанційних, цифрових та інформаційних технологій. Пошук нового балансу між загрозами та можливостями – надпотужний виклик для впровадження інноваційних агротехнологій. Йдеться про

інноваційну політику – розширення наукових досліджень та заохочення інвестицій у розробки, апробації та впровадження у виробництво новітніх технологій агровиробництва [24]. Тому важливими і цікавими мають бути інноваційні розробки, спрямовані на вирощування органічної продукції та збереження і розширення біорізноманіття. З цією метою рекомендуємо новітні технології вирощування лісових і сільськогосподарських культур. Зокрема хочемо звернути увагу на поєднання медоносних, декоративних, швидкорослих, гарноквітух і лікарських рослин. Відомо, що бджільництво не лише дає мед, а також бджоли запилюють плодові дерева, олійні рослини та інші багаторічні й однорічні культури. Іноді ці послуги із запилення можуть бути набагато важливішими економічними, ніж мед. Під час проєктування агролісомеліоративних систем використання ряду деревних порід, що цвітуть в різний час, може забезпечити умови для бджільництва і запилення, а отже покращити вирощування однорічних культур [25].

Розглянемо технологію вирощування деревних і лікарських культур для збереження агроландшафтів. Вирощування деревних та лікарських культур є ефективним способом збереження агроландшафтів, запобігання деградації ґрунтів, зниження впливу кліматичних змін і підвищення біорізноманіття. Ця технологія поєднує створення багаторічних насаджень із використанням лікарських рослин для підтримки сталого розвитку сільськогосподарських територій. Її впровадження сприяє збереженню агроландшафтів, підвищенню економічної ефективності використання земель і створенню стійких екосистем. Завдяки поєднанню лісових насаджень із лікарськими рослинами можна досягти гармонійного розвитку екологічно збалансованого сільського господарства.

Важливим першочерговим етапом є вибір території та підготовка ґрунту. Вибір місця проводять із урахуванням кліматичних умов (рівень опадів, температура, тип ґрунтів), аналізу родючості ґрунту та рівня його зволоження та вибору місцевостей із ризиком ерозії або деградації ґрунтів.

Підготовка полягає в рекультивативній роботі, очищенні ґрунту від бур'янів, застосуванні органічного добрива (перегній, компост, сидерати) та формуванні системи зрошення для оптимального водного режиму.

Наступним етапом є вибір деревних і лікарських культур. Добираючи деревні культури потрібно звернути увагу на швидкорослі

породи (тополя, верба, акація біла), азотфіксуючі види (гледичія, карагана, біла акація), плодови та горіхоплідні (каштан, волоський горіх, обліпіха).

Під час вибору лікарських рослин орієнтуємося на їх ефіроолійність (лаванда, чебрець, м'ята) та медоносність (ехінацея, календула, меліса).

Після того як затверджено вибір культур необхідно запроєктувати схему посадки та сумісність культур. Для цього звертаємо увагу на просторове розміщення, розміщення дерев рядами з міжряддями для лікарських культур. Відстань між деревами має становити 3–5 м для плодових та азотфіксуючих, 5–8 м – для швидкорослих порід, відстань між рядами – 8–12 м (залежно від висоти порід).

Поєднанню культур також приділяють важливу увагу. Деревя, що створюють тінь, висаджуються з тіньовитривалими лікарськими рослинами. У міжряддях вирощують культури, що збагачують ґрунт та зберігають вологу.

Надалі залишається догляд за насадженнями, до якого входить полив лікарських культур на ранніх стадіях росту та крапельне зрошення для економії води. Важливим також є захист від шкідників за використання біологічних методів (комах-антагоністів, фітонцидних рослин) та обприскування природними екстрактами (часник, ромашка, деревій). Своєчасно необхідно проводити обрізку і формування крони дерев та санітарну обрізку для запобігання захворюванням.

Останнім етапом технології є збір та переробка продукції: отримання деревини для біопалива, будівництва, виробництва паперу, заготівля листя та кори для лікарських і косметичних потреб тощо.

Зібрані лікарські культури після сушіння за температури 30–40 °С можна реалізувати, використовувати для екстракції ефірних олій та як сировину у фармацевтиці, косметології та харчовій промисловості.

Використовуючи таку технологію можна висаджувати різні деревні та декоративні рослини усіх життєвих форм. До прикладу рекомендуємо декілька схем змішаних насаджень. Вибір рослин для них залежить від конкретних умов ділянки, тому завжди варто враховувати особливості ґрунту, клімату та наявних ресурсів.

Розглянута і запропонована нами технологія має екологічні та економічні переваги. До екологічних належить зменшення ерозії ґрунтів, покращення мікроклімату та збереження біорізноманіття, фіксація вуглецю та

очищення повітря. До економічних – додатковий дохід від продажу лікарських рослин і деревної продукції, ефективне використання земельних ресурсів, зниження витрат на хімічні добрива через природне збагачення ґрунту.

Щоб створити схему змішаної посадки липи та лаванди, наприклад, важливо враховувати їхні потреби у ґрунті, світлі та просторі. Липа (*Tilia*) – це дерево, яке потребує простору для зростання. Відстань між деревами липи має становити не менше 5–7 метрів [26]. Лаванда (*Lavandula*) – це кущ, який потребує добре дренованого ґрунту та багато сонця. Відстань між кущами лаванди має становити 30–40 см [27].

Схема посадки цих культур виглядає наступним чином:

T – липа

L – лаванда

```

      T      T      T
    L L L L L
  L L L L L L
    L L L L L
      T      T      T
  
```

У цій схемі липи висаджують на відстані 5–7 метрів одна від одної, а між ними висаджують лаванду. Це дозволяє максимально ефективно використовувати простір та забезпечує гармонійне поєднання дерев і кущів. Важливо також враховувати, що липа створює тінь, тому лаванда має бути висаджена на такій відстані, щоб отримувати достатньо сонячного світла. Така схема посадки може бути використана для поєднання медоносних і лікарських рослин з метою отримання побічної продукції та створення рекреаційної зони.

Розглянемо іншу схему використанням павловнії і лаванди. Для створення змішаної посадки, важливо також враховувати їхні потреби у ґрунті, світлі та просторі. Павловнія (*Paulownia*) – це швидкоросле дерево, яке потребує багато простору для росту. Відстань між деревами павловнії має становити не менше 5–7 метрів [28]. Лаванда (*Lavandula*) – це кущ, який потребує добре дренованого ґрунту та багато сонця. Відстань між кущами лаванди має становити 30–40 см.

P – павловнія

L – лаванда

```

      P      P      P
    L L L L L L L
  L L L L L L L
    L L L L L L L
      P      P      P
  
```

У цій схемі павлонії висаджують на відстані 5–7 метрів одна від одної, а між ними – лаванду. Це дозволяє максимально ефективно використовувати простір та забезпечує гармонійне поєднання дерев і кущів. Важливо також враховувати, що павловнія, як і липа, створює тінь, тому лаванда має бути висаджена на такій відстані, щоб отримувати достатню кількість сонячного світла.

Для змішаної посадки павловнії та лаванди можна використовувати інші рослини, які добре взаємодіють з цими видами, мають подібні потреби до умов зростання та не конкурують за ресурси. Ось декілька прикладів: бузок (*Syringa*) [29] добре поєднується з лавандою завдяки подібним потребам до сонячного світла і ґрунту; жасмин (*Jasminum*) [30] можна посадити біля павловнії, він додасть аромату та краси; шавлія (*Salvia officinalis*) має подібні потреби у ґрунті та світлі, як і лаванда, може бути посаджена поруч, та є високопосухостійкою рослиною [31]; чебрець (*Thymus vulgaris*) добре поєднується з лавандою та павловнією завдяки подібним умовам вирощування та є стійким до несприятливих умов довкілля [32, 33]. Також добре поєднуються в насадженнях і декоративні рослини: геліотроп (*Heliotropium*) має ароматні квіти і добре поєднується з лавандою; айстра (*Aster*) цвіте восени, додаючи кольору до саду після закінчення цвітіння лаванди.

Отже, вибір рослин залежить від конкретних умов ділянки, тому завжди варто враховувати особливості ґрунту, клімату та наявних ресурсів.

Висновки. 1. Агролісівництво є ключовим елементом сталого розвитку агроєкосистем. Воно забезпечує ефективне використання природних ресурсів, збереження біорізноманіття та підвищення продуктивності сільського господарства, водночас мінімізуючи негативний вплив на довкілля.

2. Вплив глобального потепління та військові дії в Україні ставлять додаткові виклики перед агроєкосистемами. Для їхнього подолання важливо впроваджувати інноваційні методи, такі як використання дронів, супутникового моніторингу, біотехнологічних методів та агроєкологічних підходів.

3. Рациональне використання ґрунтових ресурсів, включаючи органічне землеробство, сівозміни, використання сидератів та водоощадні технології, є критичними для забезпечення сталого розвитку агроєкосистем.

4. Стійкий розвиток агроєкосистем включає не лише екологічну стійкість, а також економічну ефективність та соціальну від-

повідальність. Розвиток сільських громад, забезпечення продовольчої безпеки та створення «зелених робочих місць» є важливими компонентами цього процесу.

5. Впровадження методів агролісівництва та алейного землеробства може допомогти адаптувати агроєкосистеми до змін клімату, зменшити ерозійні процеси, покращити родючість ґрунтів та забезпечити стабільну продуктивність сільського господарства.

6. Запропоновані схеми змішаної посадки, такі як поєднання павловнії з лавандою, або липи з лавандою, сприяють гармонійному розвитку агроландшафтів та оптимізації використання земельних ресурсів. За вибору рослин для змішаних посадок слід враховувати їхні потреби до умов зростання, сумісність та потенційну взаємодію.

Впровадження інноваційних методів агролісівництва та алейного землеробства може забезпечити стійкий розвиток агроєкосистем в Україні, сприяючи збереженню довкілля, підвищенню економічної ефективності та покращенню якості життя сільських громад.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Raichuk L., Shvydenko I., Kuchma T. Climatic risks and forest ecosystems: the interaction between deforestation and climate change. Збалансоване природокористування. 2024. № 2. С. 56–63. DOI: 10.33730/2310-4678.2.2024.309922
2. Лозінська Т.П., Масальський В.П. Вплив війни на лісові екосистеми, біорізноманіття та стійкість лісів. Наукові читання імені В.М. Винниченка: матеріали VI-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених. Херсон, 2024. С. 50–52.
3. Мусієнко М.М., Бацманова Л.М., Войцехівська О.В. Глобальні зміни клімату та концептуальні основи сталого розвитку агроєкосистем. Агроєкологічний журнал. 2017. № 2. С. 21–30.
4. Musienko M.M., Voitsekhivska O.V., Batmanova L.M. Environmentally sustainable society in the future – reality and prospects. Wybrane zagadnienia Rolnictwa i ekologii: monografia. Opole, 2016. P. 81–87.
5. Лозінська Т.П., Масальський В.П. Оптимізація агроландшафтів у контексті сталого розвитку лісового господарства: мат. тез у всеукраїнській науково-практичній конференції: «Біорізноманіття: теорія, практика та методичні аспекти вивчення у закладах освіти». Полтава, 2024. С. 164–168.
6. Рациональне використання ґрунтових ресурсів і відтворення родючості ґрунтів: організаційно-економічні, екологічні й нормативно-правові аспекти: колективна монографія / за ред. С.А. Балюка, А.В. Кучера. Харків: Смуґаста типографія, 2015. 432 с.

7. Клименко М.О., Залеський І.І. Збалансоване використання водних ресурсів: навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2016. 337 с.
8. Рекультивация агроландшафтов методами инновационного агролісівництва: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня спеціальності 205 – «Лісове господарство» / уклад. В.С. Хахула та ін. Біла Церква, 2024. 200 с.
9. Ліщук А.М., Драга М.В., Городиська І.М., Терновий Ю.В. Концептуальні підходи до реабілітації забруднених пестицидами ґрунтів України. Збалансоване природокористування. 2021. № 3. С. 88–96. DOI: 10.33730/2310-4678.3.2021.247134
10. Ковальчук Т. Експерти розповіли, як аграріям пристосуватися до кліматичних викликів. Агробізнес Сьогодні. 2024. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/28778-eksperty-rozpovily-iak-ahrariiam-prystosuvatsia-do-klimatichnykh-vyklykiv.html>
11. Посухи в контексті змін клімату України / В.М. Писаренко та ін. Вісник ПДАА. 2019. № 1. С. 134–146.
12. Хе С. Фізіолого-біохімічні аспекти реагування рослин на засолення ґрунту (оглядова). Вісник Сумського національного аграрного університету: науковий журнал. Агрономія і біологія. Суми: СНАУ, 2022. Вип. 4 (50). С. 62–68.
13. Борзих О.І. Інновації моніторингу карантинних шкідливих організмів у рослинництві України. Захист і Карантин рослин: міжвідомчий тематичний науковий збірник. 2013. Вип. 59. С. 3–12.
14. Диченко О.Ю., Чайка Т.О. Основні причини зниження родючості ґрунтів України. Ефективне функціонування екологічно стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агро-екологічний, соціальний та економічний аспекти: матеріали II Всеукр. наук.-практ. конф. Полтава: ПДАА, 2023. С. 62–65.
15. Перспективи розвитку аграрного сектора України в умовах кліматичних змін: аналіт. доп. / В.М. Русан та ін. Київ: НІСД, 2024. 47 с. DOI: 10.53679/NISS-analytrep.2024.09
16. Вагалюк Л.В., Лісовий М.М. Біорізноманіття і його збереження: навч. посіб. Національний університет біоресурсів і природокористування України. 2023. 300 с.
17. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналітична доповідь / за ред. С.П. Іванюти. Київ: НІСД, 2020. 110 с.
18. Dong-Gill Kim, Miko U.F. Kirschbaum, Tracy L. Beedy. Carbon sequestration and net emissions of CH₄ and N₂O under agroforestry: Synthesizing available data and suggestions for future studies. Agriculture, Ecosystems & Environment. 2016. Vol. 226. P. 65–78. DOI: 10.1016/j.agee.2016.04.011.
19. Юхновський В.Ю., Тупчий О.М. Агролісівництво – новітній етап розвитку агролісомеліорації. «Лісівництво, деревообробка та озеленення: стан, досягнення і перспективи». Національний університет біоресурсів і природокористування України. 2022. С. 37–38.
20. Alma Thiesmeier, Peter Zander. Can agroforestry compete? A scoping review of the economic performance of agroforestry practices in Europe and North America. Forest Policy and Economics. 2023. Vol. 150. 102939. DOI: 10.1016/j.forpol.2023.102939.
21. Методика досліджень агроєкосистем / Л.М. Карпук та ін. Біла Церква, 2024. 256 с.
22. Алейне землеробство. WWF. Природоохоронні рішення. URL: <https://nbs.wwf.ua/methodology/alejne-zemlerobstvo/>
23. Lee H., Romero J. IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland. P. 1–34. DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001
24. Перспективи розвитку аграрного сектора України в умовах кліматичних змін: аналіт. доп. / за ред. Я.А. Жаліла. Київ: НІСД, 2024. 47 с. DOI: 10.53679/NISS-analytrep.2024.09
25. Xu J., Mercado A., He J., Dawson I. An Agroforestry guide for field practitioners. The World Agroforestry Centre, East Asia, Kunming. China, 2013. 63 p.
26. Масальський В.П. Рід *Tilia* L. у Правобережному Лісостепу України: Інтродукція, біоекологічні особливості, перспективи вирощування: автореф. дис. ... канд. біол. наук. Київ, 2011. 20 с.
27. Lozinska T. Introduction of innovative techniques in technology of *lavandula angustifolia* in the Forest Steppe of Ukraine. Sciences of Europe. Praha, Czech Republic, 2022. No 97. P. 3–6. DOI: 10.5281/zenodo.6884377
28. Мікроклональне розмноження рослин: навчально-методичний посібник / В.В. Мацкевич та ін. Суми, 2023. 215 с.
29. Пацура І.М., Петрова Л.М. Рідкісне угруповання з участю бузку угорського на Львівщині. Збірник науково-технічних праць. Науковий вісник УкрДЛТУ. 2005. Вип. 15.1. С. 58–61.
30. Запорожець О.І. Декоративні властивості та особливості використання в озелененні видів і культиварів роду садовий жасмин (*Philadelphus* L.). Новітні технології в агрономії, землеустрої та садово-парковому господарстві: матеріали доповідей державної науково-практичної конференції студентів. Біла Церква, 2019. С. 49–50.
31. Машковська С.П., Перебойчук О.П. Оцінка посухостійкості декоративних рослин інтродукованих видів роду шавлія (*Salvia* L.) в умовах Лісостепу України: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Тернопільські біологічні читання – Temopil Bioscience – 2024», присвяченої 95-річчю від дня народження відомого вченого фізіолога, мікробіолога і популяризатора науки, професора Кузьми Миколайовича Векирчика. Тернопіль: Вектор, 2024. С. 73–75.
32. Приведенюк Н.В., Куцик Т.П., Глущенко Л.А. Вплив основного внесення мінеральних добрив та площі живлення рослин на якості

сировини чебрецю звичайного (*Thymus vulgaris* L.) в умовах зрошення. Агроєкологічний журнал. 2021. № 2. С. 125–132. DOI: 10.33730/2077-4893.2.2021.234471

33. Приведенюк Н.В., Глущенко Л.А. Удосконалення елементів технології вирощування чебрецю звичайного (*Thymus vulgaris* L.) в умовах зрошення. Вісник аграрної науки. 2021. № 1 (814). С. 32–39. DOI: 10.31073/agrovisnyk202101-04

REFERENCES

1. Raichuk, L., Shvydenko, I., Kuchma, T. (2024). Climatic risks and forest ecosystems: the interaction between deforestation and climate change. *Zbalansovane pryrodokorystuvannja* [Balanced Nature Management]. no. 2, pp. 56–63. DOI: 10.33730/2310-4678.2.2024.309922

2. Lozins'ka, T.P., Masal's'kyj, V.P. (2024). Vplyv vijny na lisovi ekosystemy, bioriznomanittja ta stijkist' lisiv [The impact of war on forest ecosystems, biodiversity, and forest resilience]. *Naukovi chytannja imeni V.M. Vynogradova: materialy VI-oj' Vseukrai'ns'koi' naukovy-praktychnoi' konferencii' zdobuvachiv vyshhoj' osvity ta molodyh uchenyh* [Scientific Readings named after V.M. Vinogradov: proceedings of the VI All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Higher Education Applicants and Young Scientists]. Kherson, pp. 50–52.

3. Musijenko, M.M., Bacmanova, L.M., Vojchiv's'ka, O.V. (2017). Global'ni zminy klimatu ta konceptual'ni osnovy stalogo rozvytku agroecosystem [Global climate change and conceptual foundations of sustainable development of agroecosystems]. *Agroekologichnyj zhurnal* [Agroecological Journal]. no. 2, pp. 21–30.

4. Musienko, M.M., Voitsekhiv's'ka, O.V., Batsmanova, L.M. (2016). Environmentally sustainable society in the future – reality and prospects. *Wybrane zagadnienia Rolnictwa i ekologii: monografia* [Environmentally sustainable society in the future – reality and prospects. Selected Issues of Agriculture and Ecology: monograph]. Opole, pp. 81–87.

5. Lozins'ka, T.P., Masal's'kyj, V.P. (2024). Optymizacija agrolandshaftiv u konteksti stalogo rozvytku lisovogo gospodarstva: mat. tez u vseukrai'ns'kij naukovy-praktychnij konferencii': «Bioriznomanittja: teorija, praktyka ta metodychni aspekty vyvchennja u zakladah osvity» [Optimization of agro-landscapes in the context of sustainable forest management development: materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference: "Biodiversity: Theory, Practice, and Methodological Aspects of Study in Educational Institutions"]. Poltava, pp. 164–168.

6. Baljuka, S.A., Kuchera, A.V. (2015). Racional'ne vykorystannja g'runtovyh resursiv i vidtvoren'ja rodjuchosti g'runtiv: organizacijno-ekonomichni, ekologichni j normatyvno-pravovi aspekty: kolektyvna monografija [Rational use of soil resources and restoration of soil fertility: organizational, economic, ecological, and legal aspects]. Kharkiv, *Striped typography*, 432 p.

7. Klymenko, M.O., Zales'kyj, I.I. (2016). *Zbalansovane vykorystannja vodnyh resursiv: navchal'nyj posibnyk* [Sustainable use of water resources]. Rivne, NUVGP, 337 p.

8. Khahula, V.S., Hryk, V.M., Lozins'ka, T.P., Levandov's'ka, S.M., Kimejchuk, I.V. (2024). *Rekul'tivacija agrolandshaftiv metodamy innovacijnogo agrolisivnyctva: navchal'nyj posibnyk dlja zdobuvachiv vyshhoj' osvity drugogo (magisters'kogo) rivnja special'nosti 205 – «Lisove gospodarstvo»* [Reclamation of agro-landscapes by innovative agroforestry methods: a textbook for higher education students of the second (master's) level, specialty 205 – "Forestry"]. Bila Tserkva, 200 p.

9. Lishchuk, A.M., Draga, M.V., Gorodys'ka, I.M., Ternovyj, Ju.V. (2021). *Konceptual'ni pidhody do reabilitacii' zabrudnyh pestycydamy g'runtiv Ukraïny* [Conceptual approaches to the rehabilitation of pesticide-contaminated soils in Ukraine]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannja*. [Balanced Nature Management]. no. 3, pp. 88–96. DOI: 10.33730/2310-4678.3.2021.247134

10. Koval'chuk, T. (2024). Eksperty rozpovily, jak agrarijam prystosuvatsja do klimatychnyh vyklykiv [Experts explained how farmers can adapt to climate challenges]. *Agrobiznes S'ogodni*. [Agribusiness Today]. Available at: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/28778-eksperty-rozpovily-iak-ahrariiam-prystosuvatsia-do-klimatychnyh-vyklykiv.html>

11. Pysarenko, V.M., Pysarenko, P.V., Pysarenko, V.V., Gorb, O.O., Chajka, T.O. (2019). Posuhy v konteksti zmin klimatu Ukraïny [Droughts in the context of climate change in Ukraine]. *Visnyk PDAA* [Bulletin of PDAA]. no. 1, pp. 134–146.

12. He, S. (2022). Fiziologo-biohimichni aspekty reaguvannja roslin na zasolennja g'runtu (ogljadova) [Physiological and biochemical aspects of plant response to soil salinity (review)]. *Visnyk Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universytetu: naukovyj zhurnal*. Agronomija i biologija [Bulletin of Sumy National Agrarian University: scientific journal. Agronomy and Biology]. Sumy, SNAU, Issue 4 (50), pp. 62–68.

13. Borzyh, O.I. (2013). Innovacii' monitoryngu karantynnyh shkidlyvyh organizmiv u roslinnyctvi Ukraïny [Innovations in monitoring quarantine pests in Ukrainian crop production]. *Zahyst i Karantyn roslin: mizhvidomchyj tematychnyj naukovyj zbirnyk* [Plant Protection and Quarantine: interdepartmental Thematic Scientific Collection]. Issue 59, pp. 3–12.

14. Dychenko, O.Ju. Chajka, T.O. (2023). Osnovni prychyny znyzhennja rodjuchosti g'runtiv Ukraïny [The main causes of soil fertility decline in Ukraine]. *Efektivne funkcionuvannja ekologichno stabil'nyh terytorij u konteksti strategii' stijkogo rozvytku: agroekologichnyj, social'nyj ta ekonomichnyj aspekty: materialy II Vseukr. nauk.-prakt. konf.* [Effective functioning of ecologically stable territories in the context of a sustainable development strategy: agroecological, social, and economic aspects: materials of the II All-Ukrainian Scientific and Practical Conference]. Poltava, PDAA, pp. 62–65.

15. Rusan, V.M., Zhurakovs'ka, L.A., Zhalilo, Ja.A. (2024). Perspektyvy rozvytku agrarnogo sektora Ukrainy v umovah klimatychnykh zmin: analit. dop. [Prospects for the development of Ukraine's agricultural sector under climate change: analytical report]. Kyiv, NISD, 47 p. DOI: 10.53679/NISS-analytrep.2024.09
16. Vagaljuk, L.V., Lisovyj, M.M. (2023). Bioriznomanittja i jogo zberezhennja: navch. posib. [Biodiversity and its conservation]. Nacional'nyj universytet bioresursiv i pryrodokorystuvannja Ukrainy [National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine]. 300 p.
17. Ivanjuta, S.P. (2020). Zmina klimatu: naslidky ta zahody adaptacii: analitychna dopovid' [Climate change: consequences and adaptation measures: analytical report]. Kyiv, NISD, 110 p.
18. Dong-Gill, Kim, Miko, U.F. Kirschbaum, Tracy L., Beedy. (2016). Carbon sequestration and net emissions of CH₄ and N₂O under agroforestry: Synthesizing available data and suggestions for future studies. Agriculture, Ecosystems & Environment. Vol. 226, pp. 65–78. DOI: 10.1016/j.agee.2016.04.011.
19. Juhnovs'kyj, V.Ju., Tupchij, O.M. (2022). Agrolisivnyctvo – novitnij etap rozvytku agrolisomelioracii' [Agroforestry – the latest stage in the development of agroforestry reclamation]. «Lisivnyctvo, derevoobrobka ta ozelenennja: stan, dosjagnennja i perspektyvy» ["Forestry, Woodworking, and Landscaping: Status, Achievements, and Prospects"]. pp. 37–38.
20. Thiesmeier, A., Zander, P. (2023). Can agroforestry compete? A scoping review of the economic performance of agroforestry practices in Europe and North America. Forest Policy and Economics. Vol. 150, 102939. DOI: 10.1016/j.forpol.2023.102939.
21. Karpuk, L.M., Rozhkov, A.O., Shoh, S.S., Filipova, L.M., Pavlichenko, A.A., Kubrak, S.M., Shubenko, L.A., Glevas'kyj, V.I., Titarenko, O.S. (2024). Metodyka doslidzen' agroekosystem [Research methodology of agroecosystems]. Bila Tserkva, 256 p.
22. Alejne zemlerobstvo. WWF. Pryrodoohoroni rishennja [Alley cropping. WWF. Conservation Solutions.]. Available at: <https://nbs.wwf.ua/methodology/alejne-zemlerobstvo/>
23. Lee, H., Romero, J. (2023). IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1–34. DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001
24. Zhalilo, A. (2024). Perspektyvy rozvytku agrarnogo sektora Ukrainy v umovah klimatychnykh zmin: analit. dop. [Prospects for the agricultural sector of Ukraine in the context of climate change]. Kyiv, NISD, 47 p. DOI: 10.53679/NISS-analytrep.2024.09
25. Xu, J., Mercado, A., He, J., Dawson, I. (2013). An Agroforestry guide for field practitioners. The World Agroforestry Centre, East Asia, Kunming, China, 63 p.
26. Masal's'kyj, V.P. (2011). Rid Tilia L. u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy: Introdukcija, bioekologichni osoblyvosti, perspektyvy vyroshhuvannja: avtoref. dys. ... kand. biol. nauk [The Genus Tilia L. in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine: Introduction, Bioecological Features, and Cultivation Prospect: avtoref. diss. candidate of agricultural science]. Kyiv, 20 p.
27. Lozinska, T. (2022). Introduction of innovative techniques in technology of *lavandula angustifolia* in the Forest Steppe of Ukraine. Sciences of Europe. Praha, Czech Republic, no. 97, pp. 3–6. DOI: 10.5281/zenodo.6884377
28. Mackevych, V.V., Kravchenko, N.V., Podgajec'kyj, A.A. (2023). Mikroklonal'ne rozmnozhennja roslin: navchal'no-metodychnyj posibnyk [Microclonal Plant Propagation]. Sumy, 215 p.
29. Pacura, I.M., Petrova, L.M. (2005). Ridkiske ugrupovannja z uchastju buzku uhors'kogo na L'vivshhyni [Rare Grouping Involving Hungarian Lilac in Lviv Region]. Zbirnyk nauko-vo-tehnychnykh prac'. Naukovyj visnyk UkrDLTU [Collection of Scientific and Technical Works. Scientific Bulletin of UkrDLT]. Issue 15.1, pp. 58–61.
30. Zaporozhec', O.I. (2019). Dekoratyvni vlastyvyosti ta osoblyvosti vykorystannja v ozelenenni vydiv i kul'tyvariv rodu sadovyj zhasmyn (*Philadelphus* L.) [Decorative Properties and Features of Using Species and Cultivars of the Genus Garden Jasmine (*Philadelphus* L.) in Landscaping]. Novitni tehnologii' v agronomii', zemleustroi' ta sadovo-parkovomu gospodarstvi: materialy dopovidej derzhavnoi'naukovo-praktychnoi' konferencii' studentiv [Modern Technologies in Agronomy, Land Management, and Landscape Gardening: proceedings of the State Scientific-Practical Conference of Students]. Bila Tserkva, pp. 49–50.
31. Mashkovs'ka, S.P., Perebojchuk, O.P. (2024). Ocinka posuhostyjkosti dekoratyvnykh roslin intorodkovanykh vydiv rodu shavlja (*Salvia* L.) v umovah Lisostepu Ukrainy: materialy VII Mizhnarodnoi' naukovo-praktychnoi' konferencii' «Ternopil's'ki biologichni chytannja – Ternopil Bioscience – 2024», prysvjachenoi' 95-richchju vid dnja narodzhennja vidomogo vchenogo fiziologa, mikrobiologa i popularyzatora nauky, profesora Kuz'my Mykolajovycha Vekirchyka [Evaluation of Drought Resistance of Decorative Plants of Introduced Species of the Genus Sage (*Salvia* L.) in the Conditions of the Forest-Steppe of Ukraine: materials of the VII International Scientific-Practical Conference "Ternopil Biological Readings – Ternopil Bioscience – 2024", dedicated to the 95th anniversary of the birth of the famous scientist physiologist, microbiologist, and popularizer of science, Professor Kuzma Mykolajovykh Vekirchuk]. Ternopil, Vektor, pp. 73–75.
32. Pryvedenjuk, N.V., Kucyk, T.P., Glushhenko, L.A. (2021). Vplyv osnovnogo vnesennja mineral'nykh dobryv ta ploshhi zhyvlennja roslin na jakist' syrovyny chebrecju zvyčajnogo (*Thymus vulgaris* L.) v umovah zroshennja [Influence of Basic Application of Mineral Fertilizers and Plant Nutritional

Area on the Quality of Common Thyme (*Thymus vulgaris* L.) Raw Materials under Irrigation Conditions]. *Agroekologichnyj zhurnal* [Agroecological Journal]. no. 2, pp. 125–132. DOI: 10.33730/2077-4893.2.2021.234471

33. Pryvedenjuk, N.V., Glushhenko, L.A. (2021). Udoshkonalennja elementiv tehnologii' vyroshhuvannya chebrecju zvyčajnogo (*Thymus vulgaris* L.) v umovah zroshennja [Improvement of Elements of Technology for Growing Common Thyme (*Thymus vulgaris* L.) under Irrigation Conditions]. *Visnyk agrarnoi' nauky* [Bulletin of Agrarian Science]. no. 1 (814), pp. 32–39. DOI: 10.31073/agrovisnyk202101-04

Agroforestry: ensuring sustainable development of agroecosystems (review)

Lozinska T., Masalskyi V., Penkova S., Ternovyi Yu.

The article considers the issues of sustainable development of agroecosystems aimed at the efficient use of natural resources, biodiversity conservation, and increased agricultural productivity. In the context of global warming and the impact of military actions in Ukraine, it is important to implement innovative methods of agroforestry and oilseed farming.

The article analyzes current research on the rational use of soil resources, water-saving technologies, biodiversity conservation, and reducing of chemical loads. The role of innovative technologies, such as GIS technologies, drones, satellite monitor-

ing, biotechnology, and agroecological approaches is considered.

The article also highlights the socio-economic aspects of sustainable development of agroecosystems, including rural community development, food security, and the creation of «green jobs». Mixed planting schemes of tree crops and medicinal plants, such as linden and lavender, paulownia and lavender, and other possible mixed planting options are proposed.

The main goal of the article is to show the prospects of agroforestry innovative methods and oilseed farming using to ensure sustainable development of agroecosystems in Ukraine, contributing to environmental conservation, increased economic efficiency, and improved quality of life for rural communities.

It has been shown that the impact of global warming and military actions in Ukraine pose additional challenges to agroecosystems. To overcome them it is important to implement innovative methods such as use of drones, satellite monitoring, biotechnological methods, and agroecological approaches.

The implementation of innovative methods of agroforestry and oilseed farming can ensure sustainable development of agroecosystems in Ukraine, contributing to environmental conservation, increasing economic efficiency, and improving life quality of rural communities.

Key words: agroforestry, sustainable development, agroecosystems, tree species, medicinal plants, oilseed farming, biodiversity.



Copyright: Лозінська Т.П. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Лозінська Т.П.

Масальський В.П.

Пенькова С.В.

Терновий Ю.В.

<https://orcid.org/0000-0002-7119-0759>

<https://orcid.org/0000-0001-8642-7782>

<https://orcid.org/0000-0001-6256-3122>

<https://orcid.org/0000-0002-5829-5089>