

## ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ШВИДКОРОСЛИХ ТА ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИХ НАСАДЖЕНЬ У ЛІСОСТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ

І.В. Соломаха<sup>1</sup>, В.Т. Саблук<sup>2</sup>, М.Я. Гументик<sup>2</sup>, В.А. Соломаха<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Інститут агроекології і природористування НААН (м. Київ, Україна)  
e-mail: i\_solo@ukr.net; ORCID: 0000-0001-8853-2973

<sup>2</sup> Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (м. Київ, Україна)  
e-mail: hmy@ukr.net; ORCID: 0000-0002-6124-4346  
e-mail: hmy@ukr.net; ORCID: 0000-0001-9052-9650

<sup>3</sup> ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича НААН» (м. Київ, Україна)  
e-mail: v.sol@ukr.net; ORCID: 0000-0003-3975-5366

Для забезпечення максимального захисту посівів сільськогосподарських культур від несприятливих для їх росту і розвитку кліматичних чинників потрібно створити оптимальну кількість позахисних лісових смуг та пов'язаних з агроландшафтами насаджень. Зокрема, для лісостепової зони України за оптимальної потреби наявно менше половини, що свідчить про нагальну потребу в додатковому їх створенні. Обґрунтовано доцільність формування швидкорослих та поліфункціональних насаджень, які в поєднанні з певними деревостанами можуть використовуватися як польові лісо-смуги з урахуванням особливостей їх формування і бути перспективними для використання у бджільництві та в якості біопалива. З цією метою запропоновано формування моделі штучного насадження з можливою подальшою її експлуатацією з використанням багатофункціональних видів дерев, які окрім здійснення функцій вітро-, водо- та пилозахищення будуть виконувати і інші господарські завдання. Для прискореного створення таких насаджень доцільно використати змішані 6–8-рядні насадження, де середні 2–3 ряди висаджуються із залученням деревних порід, у т. ч. з використанням видів сировинно-цінних для бджільництва. Ці насадження з обох боків доповнюються утвореними смугами енергетичних культур, які мають значення для бджільництва та є цінним ресурсом для отримання паливної сировини. Для цього доцільно висаджувати на одному гектарі 10–12 тис. шт. живців тополі (*Populus sp.*), 1250 шт. рослин павловнії (*Paulownia tomentosa Steud.*) з шириною міжрядь 2×4 м та 17–18 тис. шт. живців енергетичної верби (*Salix viminalis L.*). Також є можливою часткова або повна заміна живців тополі на живці робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia L.*) та липи сердцелистої (*Tilia cordata Mill.*). Створення подібних насаджень поблизу населених пунктів сприятиме їхньому значному сировинному використанню та буде досить ефективним для здійснення їх основної функції щодо екологічної стабілізації агроландшафтів поблизу населених пунктів громад.

**Ключові слова:** біоенергетичні культури, медоносні культури, павловнія, тополя, енергетична верба.

### ВСТУП

Історично повсюдне створення позахисних лісових смуг у лісостеповій та степовій зонах України здійснювалося паралельно з процесом розорювання степів та степових лук із використанням у насадженнях широкого спектра деревних та чагарникових видів, що сприяло відновленню екологічної та біологічної рівноваги

сільськогосподарських угідь. Цей меліоративний засіб став впливовим чинником стабілізації екологічних умов сучасних агроландшафтів, знижуючи вітрову та водну ерозію ґрунту, затримуючи сніг на полях, зменшуючи поверхневий стік атмосферних опадів, збільшуючи вологість ґрунту, що сприяло підвищенню та стабілізації врожайності сільськогосподарських культур.

Окрім того, захисні лісові насадження сприяють формуванню флористичного й

фауністичного різноманіття та підтримці їхніх міграційних зв'язків і формуванню додаткових оселищ, що допомагає збалансуванню агробіогеоценозів, слугуючи надійним засобом формування біологічної повноцінності сільськогосподарських угідь. Водночас розвиток цих процесів сприяє поширенню різного роду адвентивних та інвазійних видів рослин і тварин, що потребує додаткових заходів їхнього контролю.

В Україні є близько 45 млн га сільськогосподарських угідь, у складі яких рілля сягає 34,3 млн га, сіножаті і пасовища — 7,0 млн га, багаторічні плодові насадження — 1,1 млн га [1]. Внаслідок інтенсивного використання цих земель вони зазнають відчутної деградації за наявності надзвичайно високого порівняно з іншими заходами рівня розораності територій (57%), досить поширеної ерозії та погіршення хімічного складу ґрунтового середовища, переуцільнення ґрунтів і забруднення різноманітними небезпечними речовинами.

Усі ці процеси викликають істотні зміни природних (автентичних, алохтонних) властивостей земель із втратою ними самовідновлювальної здатності. Крім того, повсюдного поширення в агроландшафтах України набули масштабні прояви ерозійних процесів. Для досягнення стабільного стану агроландшафтів, окрім застосування агротехнічних заходів, навіть найсучасніших, необхідне використання ефективних лісомеліоративних заходів, що повинно стати стратегічним напрямом розвитку агроєкології України.

За даними державного обліку лісів, площа лісових насаджень, які виконують агролісомеліоративну функцію, сягає 2642,2 тис. га. З них: 1001,1 тис. га байрачних лісів, 432,3 тис. га лісових насаджень лінійного типу; 919,1 тис. га протиерозійних лісів та 289,7 тис. га лісові ділянки вздовж берегів річок, навколо озер, водоймищ та інших водних об'єктів. Вони поширені майже на 40% орних земель (<https://forest.gov.ua/>). Сучасний стан полезахисної лісистості країни становить лише 1,3%, зокрема, у Степу — 2,2%, Лісостепу — 1,0 та

у Поліссі — 0,4%, що значно нижче за оптимальну (3,8–6,2%; 2,7–4,4; 2,4–4,5% відповідно). З огляду на це, потрібно констатувати, що площі полезахисних насаджень різного цільового призначення, а також лісів, які виконують захисні функції, є недостатніми для забезпечення стабільності агроландшафту в усьому спектрі його показників та наявності сприятливих умов для ефективного господарювання й високої економічної ефективності сільськогосподарської діяльності. Крім того, ще екологічний стан агроландшафту оцінюють за співвідношенням орних земель до природних кормових угідь та лісів, а це — 1 : 1,6 : 3,6 відповідно. Однак, наразі цей показник становить лише 1 : 0,23 : 0,3 [1], що свідчить про сильно погіршений екологічний стан агроландшафтів України. У Лісостепу він перебуває практично в катастрофічному стані.

На сільськогосподарських землях, які забезпечені системами захисних лісових насаджень, створюються більш сприятливі умови для стабільного функціонування сільськогосподарського виробництва. Отже, оптимізовані системи захисних лісових насаджень в агро- та лісоаграрних ландшафтах є основним чинником їх стабілізації, створення оптимальних умов для ефективного вирощування сільськогосподарських культур, підвищення родючості й продуктивності сільськогосподарських земель. Крім поліпшення екологічної ситуації агроєкоосистем з оптимізованим рівнем насичення лісовими захисними насадженнями та збереження біорізноманіття, вони можуть виконувати функції цільового господарського використання, наприклад, для розвитку галузі бджільництва.

Зважаючи на особливості розвитку та формування польових лісосмуг на початкових стадіях, їх еколого-фітоценотичному обстеженню не приділялося належної уваги. Цільовому дослідженню їх, на території лісостепової зони України, була приділена увага лише в останні роки. Паралельно було розпочато вивчення поширення сировинно-цінних рослин для бджільництва в захисних лісових насадженнях цієї

зони. При цьому виникла потреба в обґрунтуванні можливостей створення ефективних та економічно вигідних швидкорослих насаджень, формування яких за короткий відрізок часу (3–4 роки) сприяло б не тільки виконанню функцій захисних лісових насаджень, а й використанню їх у якості сировинних угідь для бджільництва та біопалива. Подібному поєднанню певного набору деревних видів буде присвячене це дослідження.

Здебільшого питання збереження, належного догляду та цільового відтворення лісосмуг за відсутності ефективного власника не виконувалися, а самі насадження поступово втрачали свої захисні функції. Тому спостерігалось перетворення полезахисних лісових смуг на об'єкти для накопичення побутового сміття та різноманітних відходів виробництва з промислових та сільськогосподарських підприємств, також місць резервації шкідливих організмів (шкідників, хвороб та бур'янів), а також наявних на значних площах механічних пошкоджень цих насаджень. Доволі часто відбувається використання місцевим населенням насаджень на пиломатеріали або дрова, також вони потерпають під час пожеж за випалювання залишків стерні на полях та сухої рослинності на сінокосах і пасовищах. Загалом, недотримання достатнього догляду за полезахисними лісовими смугами значно знижує їх агролісомеліоративні функції, що, своєю чергою, позначається на врожайності сільськогосподарських культур та сприяє розвитку водної та вітрової ерозії ґрунтового покриву агроландшафтів.

Полезахисні лісові смуги утримуються та зберігаються за правилами, встановленими постановою Кабінету Міністрів України [2]. Правилами визначається процедура утримання та збереження польових лісосмуг, зокрема встановлюються: механізм і підстави для проведення заходів; показники лісомеліоративного стану насаджень залежно від виду, вікового стану, конструкції та лісівничо-меліоративної оцінки; комплекс заходів із поліпшення їх якісних показників (зріджування в процесі

рубок догляду, створення (відновлення), збереження від пожеж, незаконних рубок та пошкодження, захист від шкідників і хвороб тощо); умови, що негативно впливають на збереження та використання полезахисних лісових смуг.

Сучасний підхід створення ефективних систем захисних лісових насаджень в агроландшафтах передусім передбачає обов'язкове врахування екологічної ситуації в зоні їх створення. Інтенсивний екологічний вплив на ці насадження передбачає створення таких систем, в основі яких мають бути довговічні деревні породи.

Для досягнення **мети** в процесі дослідження вирішувались такі завдання:

- обґрунтування найефективніших способів та раціональної схеми створення швидкорослих та поліфункціональних насаджень;
- встановлення оптимальної густоти насадження та ширини міжрядь для біоенергетичних культур.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

В останні роки польові лісосмуги лісостепової зони підпали під комплекс наукових досліджень. Передусім було проаналізовано сучасний стан їхнього фіторізноманіття та досліджено їх екологічно-типологічні особливості [3; 4]. На другому етапі було оцінено їх використання та функціональні особливості [1], а в подальшому було визначено соціально-економічне значення [5]. З цього блоку більш детально було відпрацьовано можливість використання насаджень польових лісосмуг як сировинних угідь для бджільництва [6–8].

Групою дослідників Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН проведено дослідження з можливості використання цілого комплексу енергетичних культур для створення штучних деревних та чагарникових насаджень [9; 10]. У зв'язку з нестабільними кліматичними умовами, що зумовлюють до глобального потепління, виникає потреба пошуку нових технологій використання біоенергетичних

культур з виносливістю до посухи та високою окупністю. Тому цікавою нішею для сільгоспвиробників в Україні під час створення полезахисних лісосмуг будуть швидкоростучі культури, які можуть також використовуватися для отримання біоенергії [9–11]. Економічно та екологічно доцільними культурами, які широко використовуються в біоенергетиці, є тополя (*Populus* sp.), енергетична верба (*Salix viminalis* L.) та павловнія (*Paulownia tomentosa* Steud.), що дають можливість скоротити термін вегетації дерев від 10–20 до 3–5 років, а сировину з яких можна також переробити у паливну тріску [12–16].

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження здійснювали впродовж 2017–2021 рр. на полях науково-технічного центру «Біоенергія» (м. Борщів Тернопільської обл.). Площа під дослідними ділянками становила 0,6 га. Дослідження проводились згідно з методиками польового дослідження [17; 18]. На полях переважають ясно-сірі та сірі лісові ґрунти. Вони не мають реліктових чорноземних ознак, тобто це справжні підзолисті ґрунти лісостепової зони [19].

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки, де проводились польові дослідження, характеризується такими показниками: ґрунт ясно-сірий лісовий, вміст рухомого фосфору (за методом Кірсанова) в шарі ґрунту 0–30 см становить 9,5 мг на 100 г ґрунту, вміст обмінного калію (за методом Кірсанова) — 6 мг на 100 г ґрунту, вміст азоту (за Корнфілдом) — 28 мг на 100 г ґрунту, кислотність ґрунту (рН) — 6,0.

Клімат району помірно континентальний із незначними амплітудами коливання температур, характеризується короткою м'якою зимою, теплим вологим літом і достатньою кількістю опадів [19]. За сумою активних температур, кількістю опадів і періодом вегетації територія господарства належить до мікрокліматичного району «Тепле Поділля», яке характеризується м'яким, достатньо зволженим, помірно континентальним кліматом. Сума пози-

тивних температур — 2500...2600°C. Період із середньодобовою температурою понад 10°C триває 160–165 діб. Упродовж цього періоду випадає 370...420 мм опадів, а за рік — 570...680 мм, величина гідротермічного коефіцієнта — 1,1...1,2. Погодні умови, що склалися у регіоні досліджень, зокрема температурні режими впродовж вегетаційних періодів 2017–2021 рр., загалом можна охарактеризувати як середньозважені без екстремальних відхилень.

Полезахисні лісові насадження формувалися з врахуванням оптимальності їх складу, що відповідало їх цільовому використанню. Оптимальна конструкція та структура створювалася за певним породним складом, внаслідок відбору найефективніших головних і супутніх порід із врахуванням відповідності екологічним умовам їх зростання. Також враховувались оптимальне розміщення деревних порід та здійснювався їх розподіл за породним складом. Найважливішим у цьому комплексі заходів є набуття насадженнями цільового призначення шляхом подальшого вирощування та одержання відповідної конструкції лісосмуги. Оптимальність структури та складу полезахисних лісових насаджень, яка також підтримується заходами догляду за ними, має істотне значення для підвищення ефективності полезахисного лісорозведення в різних регіонах України.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Під час створення захисних насаджень важливо правильно встановити їх конструкцію, підібрати асортимент деревних і чагарникових порід та скласти схему їх змішування, водночас необхідно врахувати взаємовідносини між ними. У насадженнях види поділяються на головні, супутні і чагарникові. Головні — виконують основну захисну функцію і утворюють верхній ярус насадження, супутні види — допоміжну роль, а чагарники — ґрунтозахисну роль. Вони сприяють снігонакопиченню та підвищенню родючості ґрунтів.

У числі деревних видів для створення лісосмуг можна використати нові високо-



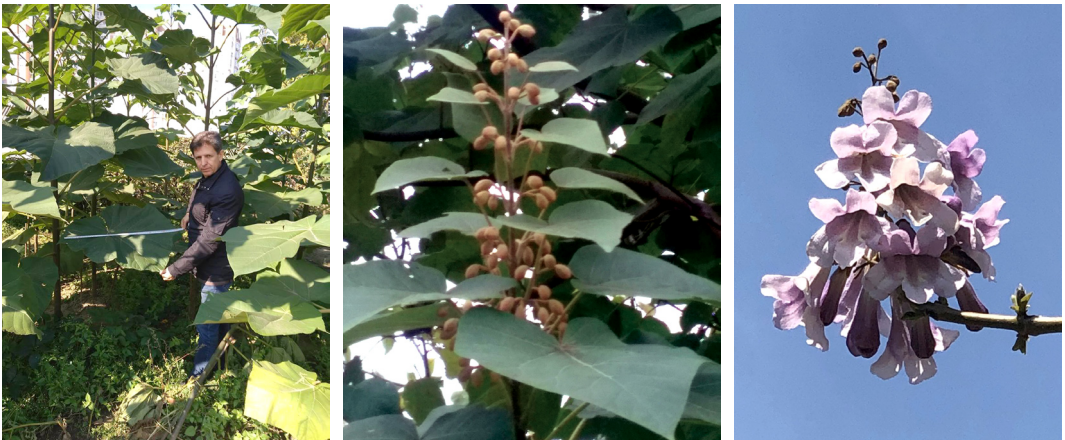
продуктивні біоенергетичні культури в сумісних насадженнях з метою отримання сировини для виробництва біопалива та для розвитку бджільництва. Однією з найперспективніших та економічно доцільних культур для формування лісосмуг є павловнія (*Paulownia tomentosa* Steud.) – представник м'якої породи дерев, що набирає біомасу до 120–140 т/га за п'ять років вегетації, росте з неймовірною швидкістю – 3–5 м на рік. Після вирубок дерево відрастає з пенька, декілька разів самостійно регенерує з коренів і здатне рости в екстремальних температурних умовах на різних типах ґрунтів, при цьому не виснажуючи родючий шар ґрунту (рис. 1).

Основний період накопичення деревинної біомаси відбувається у перші три роки вегетації і має один з найвищих у світі показників з продуктивності 0,5–0,6 м<sup>3</sup> деревини за 5–6 років вегетації з одного дерева, а за 7–8 років можна отримати приріст близько 1,0 м<sup>3</sup> цінної деревини. Павловнія не вибаглива до умов зростання, може вирощуватись на низькопродуктивних ґрунтах із відповідною технологією створення лунок і внесення поживних речовин під кожен рослинку окремо. Рослини павловнії мають набагато швидший розвиток, ніж тополя та енергетична верба.

Листкова маса з павловнії може використовуватися для годівлі травоядних тва-

рин (корови, вівці, кози та ін.). Поживні характеристики біомаси близькі до люцерни й конюшини, передусім за вмістом до 20% протеїнів (білків) та мікроелементів. Завдяки особливо великим розмірам вони утворюють тінь і зберігають ґрунтову вологу, створюючи при цьому сприятливий мікроклімат рослинам, котрі вирощують спільно з нею. Після листопада листкова маса збагачує ґрунт азотом і покращує його структуру. Таким чином, за умови, що листки не використовують для фуражу, павловнія вносить у ґрунт органічні відходи, якими живляться інші рослини при сумісному вирощуванні, підвищуючи продуктивність [12; 15; 16].

Деревина павловнії є цінним будівельним матеріалом та сировиною для виробництва біопалива. Крім того, квіти павловнії є медоносними, що продукують значну кількість пилюку та нектару, який бджоли використовують для виробництва меду, тому розміщення пасіки поблизу плантації може забезпечити збір з одного гектара насаджень близько 700 кг меду. В процесі вирощування деревини павловнії, тополі та енергетичної верби не використовуються пестициди, що запобігає отруєнню бджіл. Мед павловнії є поширеним на азійському континенті та протягом багатьох тисячоліть споживається в Азії, Китаї, Австралії та Іспанії. Павловнієвий мед високої якос-



**Рис. 1.** Листки, бутони та квіти павловнії Клон-112.  
Науково технічний центр «Біоенергія», 2021 р. (фото Гументик М.Я.)

ті, світлого кольору схожий до білого, має дуже чудовий смак та аромат. За кольором і консистенцією схожий на акацієвий мед, не кристалізується, має лікувальні властивості при лікуванні бронхітів та запаленні легенів. Пасічники можуть отримувати значну користь від цієї нової культури, тому через деякий час за збільшення плантацій павловнії вітчизняний бджоляр матиме можливість виробляти монофлорний павловнієвий мед [12; 14; 15].

За походженням павловнія є дуже теплолюбною рослиною. За допомогою надзвичайно великих розкидистих листків рослини павловнії оптимально використовують сонячне світло. Таким чином, південна сторона захисного лісового насадження є оптимальним розташуванням для неї. Чим більше рослини розміщуються до сонячної сторони, тим більше сонячного випромінювання концентрується на поверхні листків, а це сприяє подовженню вегетаційного періоду і збільшенню приросту деревини.

Плантації павловнії для виробництва біомаси застосовуються, як правило, зі схемою посадки  $1,5 \times 3$  м. У дуже загущених місцях із високою сонячною радіацією посадка  $2 \times 2$  м теоретично можлива, але мала відстань між рядами є проблемною для механізованих робіт через те, що більшість сільськогосподарських машин не вміщуватиметься у міжряддя. Розмір  $1,5 \times 3$  м відповідає посадці 2222 шт. рослин на одному гектарі, а схема  $2 \times 2$  м відповідає кількості 2500 шт. на одному гектарі. Насадження, яке створено для вирощування біомаси може бути зібрано впродовж трьох-чотирьох років. Для промислового вирощування павловнії в Україні використовують схему  $4 \times 4$  м, за якої розміщується 625 дерев на одному гектарі. У запропонованому варіанті для створення захисних лісових насаджень доцільно висаджувати 1250 шт. рослин на одному гектарі за схемою  $2 \times 4$  м. З висадкою двох захисних рядів із рослин енергетичної верби, які, своєю чергою, захищають рослини павловнії від вітряних морозів та сильного сонячного світла, що покращує умови для їх росту та розвитку,

зменшує вплив негативних, несприятливих чинників.

Створені захисні насадження з біоенергетичних культур, таких як тополя та енергетична верба, сприяють хорошему розвитку павловнії у перші роки вегетації. Вони зберігають її зокрема від пошкодження шквальними вітрами й приморозками, а трирічні дерева можуть періодично зрізатися для отримання енергетичної біомаси та відростати знову. Сумісне вирощування павловнії з тополею та енергетичною вербою загалом забезпечує високу ефективність лісосмуги.

За проведеними розрахунками в лісостеповій зоні України найбільшу продуктивність в поліфункціональних полезахисних лісових насадженнях зі швидким оборотом забезпечують трирічні біоенергетичні культури павловнії, а саме 20 т/га сухої речовини з виходом енергії 300 ГДж/га, з яких можна виробити 62,5 Гкал/га теплової енергії та енергетична верба — 15 т/га сухої речовини (210,0 ГДж/га), з яких можна виробити 42,8 Гкал/га теплової енергії відповідно (*табл.*).

В Україні захисні лісові насадження створювалися переважно за змішаним типом, оскільки такі насадження характеризуються швидким ростом і високою біологічною стійкістю порівняно з простими за складом насадженнями. До того ж необхідно враховувати біологічні особливості деревних порід, від яких залежить максимальна захисна висота за формування першого ярусу. Найбільш стійкими і ефективними є змішані за видовим складом двох-трьох'ярусні насадження за участі високорослих чагарників, які створені за деревно-чагарниковим типом.

Також, з нашої точки зору, для створення ефективної системи польових лісосмуг можливе застосування нових нетрадиційних підходів для їх формування. Це твердження підкріплюється тим, що створення їх потребує значних фінансових витрат із поступовим набуттям економічної ефективності в подальшій перспективі. Тому, створення ефективних швидкорослих та високоенергетичних насаджень, які мо-

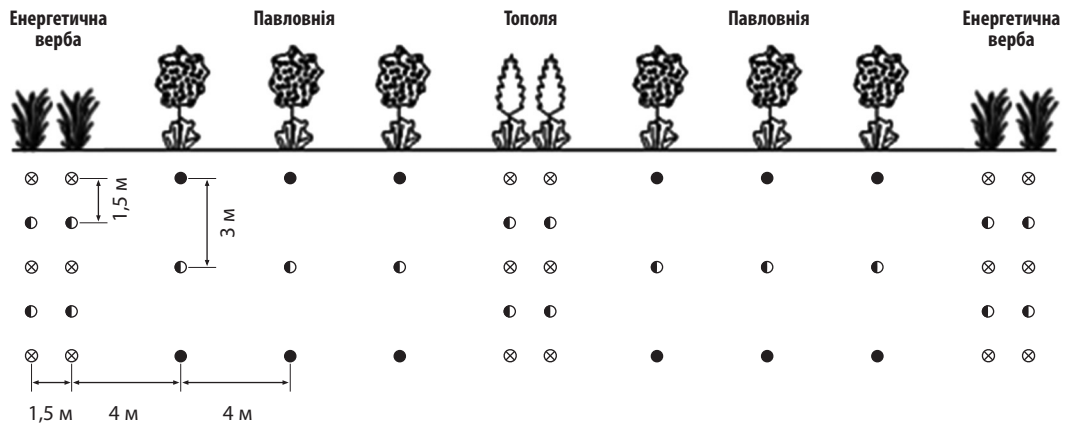
**Енергетична продуктивність біомаси біоенергетичних культур, які використовуються для створення поліфункціональних насаджень (середнє за 2017–2021 рр.)**

Біоенергетичні культури	Вологість біомаси, %	Продуктивність сухої речовини, т/га	Теплота згоряння		Насипна щільність, кг/м <sup>3</sup>	Вихід енергії, ГДж/га	Виробництво теплової енергії, Гкал/га
			МДж/кг	Ккал/кг			
Павловнія	50–60	20	15,0	3860	310	300,0	62,5
Енергетична верба	50–60	15	13,0	3330	400	210,0	42,8
Тополя	40–50	14	14,0	3500	430	168,0	34,2
Клен ясенolistий	50–60	12	14,0	3500	450	140,0	28,5

жуть використовуватися і в якості польових лісосмуг значно підвищить економічну ефективність. Воно має бути спрямованим на поєднання використання традиційних деревних порід, які можуть мати високу сировинну цінність для бджільництва — липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.) або робінія звичайна (акація біла) (*Robinia pseudoacacia* L.) із меншим додатковим використанням цінних у цих типах насаджень — дубом звичайним (*Quercus robur* L.), ясенем звичайним (*Fraxinus excelsior* L.) або кленом гостролистим (*Acer platanoides* L.), які допоможуть стабілізувати центральну частину створюваної лісосмуги. Три останні види можуть мати

й певну підтримувальну функцію для сировинного використання у бджільництві.

Для прискореного створення полязахисних лісосмуг доцільно використати змішані 6–8-рядні насадження, де середні 2–3 ряди висаджуються із перерахованих вище видів деревних порід, а з обох боків доповнюються насадженими смугами енергетичних культур, наприклад верби й павловнії, які мають цінність для бджільництва та є цінними сировинними рослинами для отримання паливної сировини (рис. 2). Також ці насадження повинні мати ширину сумісну з розмірами техніки для зрізання їх раз на 3–4 роки, але найбільш оптимальним є часткове вирізання окремих стовбурів



**Рис. 2.** Схема розміщення біоенергетичних культур — енергетичної верби, павловнії та тополі в лісосмузі

енергетичних рослин зі створенням оптимального розвитку для залишених пагонів. Отримана деревна сировина може використовуватися, крім дров, і для виробництва паливної тріски.

Наведена схема є умовною і абсолютно придатною для перегрупування наведених смуг насаджень у просторі (див. *рис. 2*). Також за створення подібних насаджень поблизу населених пунктів і за відсутності у громад потрібної техніки для суцільного зрізання буде здійснюватися у осінній або зимовий період вибіркове вирізання більш зрілих стовбурів енергетичних культур як паливного матеріалу. Це сприятиме підтримці вітропродувної конструкції насаджень за його використання в якості польової лісосмуги.

## ВИСНОВКИ

З метою покращення екологічного стану довкілля, здійснення функції вітро-, водо- та пилозатримання, збільшення обсягів використання відновлювальних джерел енергії в Україні, необхідно збільшувати площі під насадженнями з використанням високопродуктивних біоенергетичних культур, що може бути досить ефективним не тільки для здійснення функції екологіч-

ної стабілізації агроландшафтів, а також для прискореного отримання з них сировинної продукції.

Оптимізація термінів економічного використання подібних насаджень в агрофермі і в межах окремих фермерських господарств буде досить ефективним за умови їх наявності і використання у місцевих громад на законодавчому рівні, сприятиме створенню значних додаткових площ насаджень за рахунок залучення поряд із незначним державним фінансуванням і місцевих коштів.

З метою отримання сировини для виробництва біопалива й ефективного використання ранніх медоносних культур, найбільш доцільно висаджувати 10–12 тис. шт./га тополі, 1250 шт./га павловнії з шириною міжрядь 2×4 м та 17–18 тис. шт./га енергетичної верби, що сприятиме створенню швидкорослих і поліфункціональних захисних насаджень у лісостеповій зоні України. Також є можлива часткова або повна заміна живців тополі на живці робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia*) та липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill.) для підвищення в перспективі більш повного господарського використання цих насаджень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Соломаха І.В., Коніщук В.В., Соломаха В.А. та ін. Екологічна паспортизація, збереження, реконструкція існуючих та створення нових захисних лісових насаджень в Україні: методичні рекомендації. Київ, 2022. 41 с.
2. Про затвердження Правил утримання та збереження пожегозахисних лісових смуг, розташованих на землях сільськогосподарського призначення: постанова від 22 липня 2020 р. Кабінету Міністрів України № 650.
3. Соломаха І.В., Шевчик В.Л. Синтаксономія пожегозахисних лісових смуг Середнього Придніпров'я. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2020. 16 (1). С. 40–54. DOI: <https://doi.org/10.32999/ksu1990-553X/2020-16-1-2>
4. Goncharenko I. et al. A phytoindicational assessment of the vegetation of afforestation belts in the Middle Dnipro Region, Ukraine. *Environmental & Socio-economic Studies*. 2022. 10 (2). P. 30–39. DOI: <https://doi.org/10.2478/environ-2022-0009>
5. Соломаха І.В., Соломаха В.А., Тимочко І.Я., Чорнобров О.Ю. Еколого-економічні функції захисних лісових насаджень у наданні екосистемних послуг: методичні рекомендації / під заг. ред. О.І. Фурдичко. Київ, 2020. 31 с.
6. Тимочко І.Я. Особливості розподілу нектароносних та пилюконосних рослин у лісових насадженнях Північно-Східного Лісостепу України. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 4. С. 31–36. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2021.252953>
7. Соломаха І.В., Тимочко І.Я., В.О. Постоєнко В.О., Соломаха В.А. Нектароносні та пилюконосні рослини у лісових насадженнях Середнього Лісостепового Придніпров'я. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 1. С. 38–45. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.257124>
8. Шевчик В.Л., Борисенко М.М., Соломаха І.В., Соломаха В.А. Особливості використання лісових насаджень Середнього Придніпров'я з участю *Robinia pseudoacacia* як сировинних угідь для бджільництва. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 2. С. 55–63. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263317>
9. Роїк М.В., Фучило Я.Д., Ганженко О.М. Пожегозахисні лісові насадження та біоенергетика. *Агробізнес сьогодні*. 2021. № 13. С. 44–48.



10. Роїк М.В., Фучило Я.Д., Ганженко О.М. Теоретичні та прикладні аспекти використання агролісомеліоративних насаджень України в енергетичних цілях. *Біоенергетика*. 2021. 1 (17). С. 5–8.
11. Гументик М.Я. Технологічні основи створення промислових плантацій високопродуктивних біоенергетичних культур. *Біоенергетика*. 2020. 1 (15). С. 13–17.
12. Роїк М.В., Шафаренко Ю.А., Сінченко В.М. та ін. Технологія вирощування та використання павловнії в умовах Лісостепу України: рекомендації. 2020. 75 с.
13. Kaymakci A. Surface Roughness and Wettability of Polypropylene Composites Filled with Fast-Growing Biomass: *Paulownia elongata* Wood. *Journal of Composite Materials*. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1177/0021998313480199>
14. Гументик М.Я., Ягольник О.О. Павловнія високопродуктивна культура для виробництва біо-палива та деревини. *Біоенергетика*. 2020. 2 (16). С. 6–8.
15. Мацкевич О.В., Філіпова Л.М., Мацкевич В.В., Андрієвський В.В. Павловнія. Біла Церква: БНАУ, 2019. 80 с.
16. Sinchenko V., Bondar V., Gumentyk M., Pastukh Yu. Ecological Bio Energy Materials in Ukraine Current State and Prospects of Production Development. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10 (1). P. 85–89. DOI: [https://doi.org/10.15421/2020\\_13](https://doi.org/10.15421/2020_13)
17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
18. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica-6: методичні вказівки. Київ, 2007. 55 с.
19. Дроздовський Й.П. Грунтовий покрив Борщівського району. Борщів, 2003. 254 с.

## REFERENCES

1. Solomakha, I., Konishchuk, V., Solomakha, V. et al. (2022). *Ekologichna pasportyzatsiia, zberezheniia, rekonstruktsiia isnuichykh ta stvorennia novykh zakhysnykh lisovykh nasadzen v Ukraini: metodychni rekomendatsii [Environmental certification, conservation, reconstruction of existing and creation of new protective forest plantations in Ukraine: methodological recommendations]*. Kyiv [in Ukrainian].
2. Pro zatverdzhennia Pravyl utrymanna ta zberezheniia polezakhysnykh lisovykh smuh, roztashovanykh na zemliakh silskohospodarskoho pryznachennia: Postanova vid 22.07.2020 roku [On Approval of the Rules for the Maintenance and Preservation of Field Protection Forest Strips Located on Agricultural Lands: Resolution of 22.07.2020]. *Kabinet Ministriv Ukrainy — Cabinet of Ministers of Ukraine*, 650 [in Ukrainian].
3. Solomakha, I. & Shevchuk, V. (2020). Syntaksonomiia polezakhysnykh lisovykh smuh Serednoho Prydniprovia [Syntaxonomy of Middle Dnieper windbreak forest strips]. *Chornomorskyi botanichnyi zhurnal — Chornomorski botanical journal*, 16 (1), 40–54. DOI: <https://doi.org/10.32999/ksu1990-553X/2020-16-1-2> [in Ukrainian].
4. Goncharenko, I. et al. (2022). A phytoindicational assessment of the vegetation of afforestation belts in the Middle Dnipro Region, Ukraine. *Environmental & Socio-economic Studies*, 10 (2), 30–39. DOI: <https://doi.org/10.2478/environ-2022-0009> [in English].
5. Solomakha, I., Solomakha, V., Tymochko, I., Chornobrov, O. & Furdychko, O. (Ed.). (2020). *Ekologo-ekonomichni funktsii zakhysnykh lisovykh nasadzen u nadanni ekosystemnykh posluh: metodychni rekomendatsii [Ecological and economic functions of protective forest plantations in the provision of ecosystem services: methodological recommendations]*. Kyiv [in Ukrainian].
6. Tymochko, I. (2021). Osoblyvosti rozpodilu nektaronosnykh ta pylkonosnykh roslin u lisovykh nasadzhenniakh Pivnichno-Skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Peculiarities of distribution of nectariferous and polleniferous plants in forest plantations of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 4, 31–36. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2021.252953> [in Ukrainian].
7. Solomakha, I., Tymochko, I., Postoienko, V. & Solomakha, V. (2022). Nektaronosni ta pylkonosni rosliny u lisovykh nasadzhenniakh Serednoho Lisostepovoho Prydniprovia [Nectariferous and polleniferous plants in forest plantations of the Middle Forest-Steppe of Prydniprovia]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 1, 38–45. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.257124> [in Ukrainian].
8. Shevchuk, V., Borysenko, M., Solomakha, I. & Solomakha, V. (2022). Osoblyvosti vykorystannia lisovykh nasadzen Serednoho Prydniprovia z uchastiu *Robinia pseudoacacia* yak syrovynnykh uhid dlia bdzhilnytstva [Peculiarities of the Middle Prydniprovia forest plantations use with the participation of *Robinia pseudoacacia* as raw material land for beekeeping]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 2, 55–63. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263317> [in Ukrainian].
9. Roik, M., Fuchylo, Ya. & Ganzhenko, O. (2021). Polezakhysni lisovi nasadzhennia ta bioenerhetyka [Windbreak forest plantations and bioenergy]. *Ahro-biznes sohodni — Agrobusiness today*, 13, 44–48 [in Ukrainian].
10. Roik, M., Fuchylo, Ya. & Hanzhenko, O. (2021). Teoretychni ta prykladni aspekty vykorystannia ahroliсомеліоративnykh nasadzen Ukrainy v enerhetychnykh tsiliakh [Theoretical and applied aspects of the use of agricultural and forest meliorative plantations of Ukraine for energy purposes]. *Bioenerhetuka — Bioenergy*, 1 (17), 5–8 [in Ukrainian].
11. Gumentyk, M. (2020). Tekhnologichni osnovy stvorennia promyslovykh plantacij vysokoproduktyvnykh bioenergetychnykh kultur [Technological bases of cre-

- ation of industrial plantations of highly productive bioenergy cultures]. *Bioenerhetuka — Bioenergy*, 1 (15), 14–17 [in Ukrainian].
12. Roik, M., Shafarenko, Yu., Sinchenko, V. et al. (2020). *Tekhnolohiia vyroshchuvannia ta vykorystannia pavlovnii v umovakh Lisostepu Ukrainy: rekomendatsii [Technology of cultivation and use of paulownia in the conditions of the Forest-steppe of Ukraine: recommendations]*. Kyiv [in Ukrainian].
  13. Kaymakci, A. (2013). Surface Roughness and Wettability of Polypropylene Composites Filled with Fast-Growing Biomass: *Paulownia elongata* Wood. *Journal of Composite Materials*. DOI: <https://doi.org/10.1177/0021998313480199> [in English].
  14. Humentyk, M. & Yaholnyk, O. (2020). Pavlovniiia vysokoproduktyvna kultura dlia vyrobnytstva biopalyva ta derevyny [Pavlovniiia highly productive culture for the production of biofuels and wood]. *Bioenerhetuka — Bioenergy*, 2 (16), 6–8 [in Ukrainian].
  15. Matskevich, O., Filipova, L., Matskevich, V. & Andrievsky, V. (2019). *Pavlovniiia [Pavlovniiia]*. Bila Tserkva: BNAU [in Ukrainian].
  16. Sinchenko, V., Bondar, V., Gumentyk, M. & Pas-tukh, Yu. (2020). Ecological Bio Energy Materials in Ukraine Current State and Prospects of Production Development. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (1), 85–89. DOI: [https://doi.org/10.15421/2020\\_13](https://doi.org/10.15421/2020_13) [in English].
  17. Dospikhov, B. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issle-dovaniy) [Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results)]*. Moscow: Agropromizdat [in Russian].
  18. Ermantraut, E., Prysiazhniuk, O. & Shevchenko, I. (2007). *Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslid-nykh danykh v paketi Statistica-6: metodychni vkazivky [Statistical analysis of agronomic research data in pack-age Statistica 6.0: methodological instructions]*. Kyiv [in Ukrainian].
  19. Drozdovskyi, J. (2003). *Gruntovyi pokryv Borschchiv-skoho raionu [Soil cover of Borschchiv district]*. Borschchiv [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 20.10.2022