

УДК 631.6.02: 662.631

# ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ АГРОЛІСОМЕЛІОРАТИВНИХ НАСАДЖЕНЬ УКРАЇНИ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЦІЛЯХ

РОЇК М.В.,  
ФУЧИЛО Я.Д.,  
ГАНЖЕНКО О.М.

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України.

**Вступ.** Збереження й охорона орних земель належать до пріоритетів держави та є важливою умовою забезпечення збалансованого розвитку агроландшафтів і підвищення врожайності сільськогосподарських культур [1, 2, 3, 4]. Проблеми сучасних агроландшафтів України, в першу чергу, пов'язані з надмірною розораністю земельних угідь, неефективним використанням земель, при якому ігноруються оптимальні параметри екологічних і соціально-економічних функцій територій, незадовільно проводяться меліоративні та протиерозійні заходи.

Екологічний каркас агроландшафтів створюють полезахисні лісові смуги (ПЗЛС), але їхня кількість та санітарний стан не відповідають сучасним вимогам. Середня полезахисна лісистість в Україні становить 1,3–1,5%, а оптимальна — 3–4,5% в залежності від природно-кліматичної зони [5, 6, 7]. Отже, для надійного захисту агроландшафтів площа ПЗЛС повинна збільшитись у 2–3 рази. Натомість площа наявних ПЗЛС зменшилася порівняно з 1990 роком на 90% [8].

За офіційними статистичними даними, на сьогодні в Україні налічується близько 446 тис. га ПЗЛС. Найбільші площі знаходяться у Запорізькій (51,9 тис. га), Одеській (50 тис. га) та Дніпропетровській областях (42,5 тис. га), тоді як в Івано-Франківській, Рівненській та Чернівецькій областях ПЗЛС взагалі відсутні. Ряд спеціалістів вважають офіційні дані статистики недостовірними, посилаючись на те, що полезахисні лісові насадження знають незаконних рубок, а державний облік ПЗЛС не здійснювався з 1976 р. [9, 10]. Реальну площу ПЗЛС фахівці наразі оцінюють у близько 350 тис. га, а для досягнення нормативних показників необхідно відтворити ще 700 тис. га. Під захистом ПЗЛС в Україні перебувають мільйони гектарів орних угідь (1 га лісосмуги захищає 20–30 га рілля), що забезпечує підвищення ефективності використання цих угідь та знижує собівартість продукції рослинництва. Для того, щоб стабілізувати кількість ПЗЛС і не допустити їх зменшення необхідно створювати приблизно 6–7 тис. га лісосмуг щорічно [2].

У ПЗЛС впродовж усього періоду їх існування проводять догляд, який полягає у вирубуванні частини кущів, дерев і гілок з метою оздоровлення насаджень і поліпшення виконання ними екологічних функцій [11]. При цьому заготовлюється значна кількість деревини, яку можна майже повністю застосувати на потреби енергетики, не порушуючи критеріїв сталого розвитку.

Зважаючи на те, що більшість полезахисних насаджень були створені у 50–70 роках ХХ століття, на даний час частина з них досягають критичного віку та потребують реконструкції. Згідно експертних оцінок, при виконанні робіт із реконструкції ПЗЛС можна отримувати 100–200 м<sup>3</sup> низькосортної деревини з 1 га, що в масштабах країни становить близько 78 млн. м<sup>3</sup> або 54,6 млн. т. [12]. Заходи з відновлення ПЗЛС триватимуть 15–25 років, при цьому річний обсяг низькосортної деревини, доступний для енергетичного використання, становитиме 3,9 млн. м<sup>3</sup>/рік, або 2,73 млн. т/рік (0,93 млн. т у.п./рік) [12].

Метою проведених досліджень було розроблення теоретичних основ та практичних заходів використання агролісомеліоративних насаджень України в енергетичних цілях.

**Матеріали та методи досліджень.** Матеріалом досліджень були літературні джерела та нормативні документи щодо стану й перспектив ПЗЛС України [1, 2, 8, 12, 13], конструкції ПЗЛС і результати дослідження лісосмуг, проведені в різних ґрунтово-кліматичних зонах України [10, 11, 14]. Методика досліджень передбачала на основі аналізу існуючої інформації, багаторічного виробничого та наукового досвіду розробити схеми ПЗЛС, які, за повного виконання екологічних функцій, зможуть максимально використовуватися для отримання енергетичної сировини.

**Результати досліджень.** Зважаючи на високу актуальність використання ПЗЛС як джерела енергетичної біомаси, важливим завданням аграрної науки є запровадження у захисні лісові смуги швидкорослих деревних порід (верба, тополя, акація, клен) і розроблення таких схем їх вирощування, які забезпечили б отримання максимальної кількості енергетичної біомаси, за умови виконання ними у повному обсязі екологічних функцій.

Тополі й верби особливо доцільно використовувати для створення водоохоронних захисних насаджень під час озе-

лення прибережної зони річок і ставків, створення захисних лісових насаджень на яружно-балкових землях. Такі насадження, за науково обґрунтованої системи їх використання, можуть продукувати таку ж кількість деревної маси як і традиційні енергетичні плантації й при цьому в повному обсязі виконувати водоохоронні та інші корисні функції.

**Верба (*Salix L.*)** — рід рослин, що включає дерева й кущі різного розміру. Для створення енергетичних плантацій найчастіше використовують вербу прутівидну (*S. viminalis*) — високий кущ, плантації якого здатні продукувати до 18–20 т/га сухої біомаси в рік. Важливою ознакою верби, що сприяє її значному поширенню, є здатність легко розмножуватися стебловими живцями.

**Тополь (*Populus L.*)** — рід близький до верби, рослини якого теж легко розмножуються вегетативно, але, на відміну від верби, їх насадження також успішно поновлюються кореневими паростками. За продуктивністю тополя не поступається вербі. На отримання енергетичної біомаси використовують в основному гібриди тополі чорної та дельтовидної, відомі під загальною назвою «тополя євроамериканська» (*Populus euramericana*).

У південних районах України до енергетичних культур можна також віднести акацію білу, клен ясенелистий та інші. Акація біла або Робінія псевдоакація (*Robinia pseudoacacia*) — швидкорослий, світлолюбний, посухостійкий, маловибагливий до ґрунтів азотофіксуючий північноамериканський деревний вид, здатний витримувати хлоридне й сульфатне засолення ґрунту в зоні максимального поширення коріння до 1,76% і солонцюватість (натрій) до 0,24% породи. Легко поновлюється після зрізання пневною й кореневою порослю, тому його не бажано висаджувати в країні ряди лісосмуг. Замість акації в країні ряди полезахисних насаджень степової зони доцільно вводити інший північноамериканський екзот — клен ясенелистий (*Acer negundo*), який здатний успішно рости у жорстких умовах півдня України та формувати значну кількість енергетичної біомаси, але не утворює кореневих паростків. До негативу цього виду слід віднести його значну насінневу продуктивність, що може спричиняти засмічення полів.

Вибір тих чи інших деревних рослин для садіння в лісових смугах проводиться з урахуванням ґрунтових і кліматичних

умов. Однією з найважливіших деревних рослин для створення поєданих лісових смуг на території України є дуб звичайний. Він виступає головною породою в усіх зонах на ґрунтах глинистого й суглинкового механічного складу. На піщаних ґрунтах його замінюють сосна звичайна або кримська і береза повисла, а на засолених — акація біла, гледичія триколючкова, маслинка вузьколиста.

Нижче наведено кілька основних варіантів лісових смуг із частковим використанням їх для отримання енергетичної сировини в трьох основних природно-кліматичних зонах України: в Степу, Лісостепу та Поліссі.

У степових регіонах України для зменшення інтенсивності випаровування вологи з ґрунту до складу поєданих лісових смуг вводяться чагарники. На чорноземних і каштанових ґрунтах дуб звичайний вирощується в 9-рядних поєданих лісових смугах разом зі супутніми деревними породами та чагарниками. Для отримання в стислі терміни енергетичної деревної біомаси, класичні лісові смуги доцільно трансформувати, розмістивши по обидва боки здвоєні ряди швидкозростаючих енергетичних культур, які забезпечать ефективність смуг у молодому віці, а надалі їх надземну частину можна з періодичністю в 2–4 роки зрізати на отримання біомаси (рис. 1).

Перевагою поєданих лісових смуг із чистими рядами дуба та інших деревних порід є менші витрати праці на створення, доповнення й догляди (освітлення дуба), а смуги зі змішанням порід у рядах відзначаються більшою кількістю рядів дуба та більш рівномірним розподілом його по площі.

У відносно забезпечених вологою зонах Лісостепу та Полісся найчастіше висаджують лише деревні види, з введенням у крайні спарені ряди енергетичних культур (рис. 2).

12-рядні лісові смуги, в яких чисті ряди дуба чергуються з рядами, де супутні породи висаджені з чагарником, придатні для вирощування в усіх зонах України. З метою отримання додаткової енергетичної біомаси в них у крайні ряди теж доцільно вводити енергетичні культури (рис. 3).

Ще більш наближеним до енергетичного варіанту лісової смуги є коридорний спосіб, який передбачає вирощування дуба в коридорах, утворених рядами супутніх і енергетичних порід. При цьому спарені ряди швидкозростаючих енергетичних культур не тільки забезпечують ефективність лісових смуг із молодого віку, але й покращують умови зростання дуба в перші 5–10 років. В подальшому їх доцільно поступово вирубувати для отримання енергетичної деревної маси (рис. 4).

У першому варіанті лісової смуги (рис. 4а) у 1–2-му, 6–7-му та 11–12-му

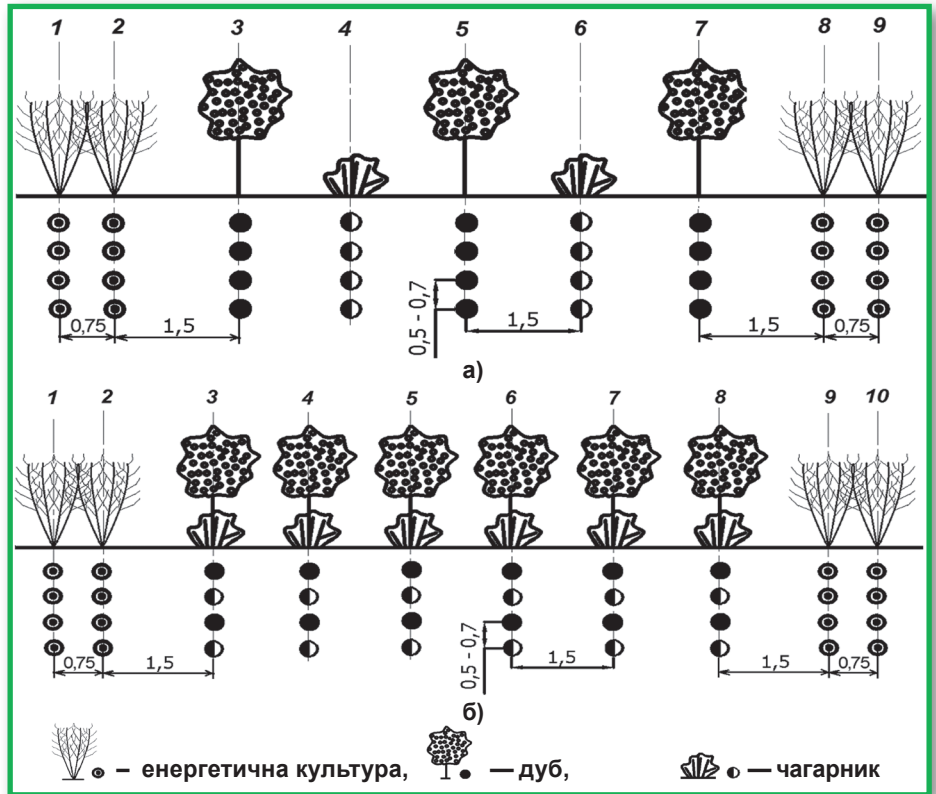


Рис. 1. Варіанти розміщення дуба, чагарників та енергетичних культур у поєданих лісових смугах у степовій зоні:

а) — чистими рядами; б) — зі змішанням в рядах

рядях вирощується швидкозростаюча енергетична порода в чергуванні з чагарником (лісовим або плодовим); у 3-му, 5-му, 8-му та 10-му рядах — супутні дубу

породи, в лісостепових районах — чистими рядами, а в степових — в чергуванні з чагарником; у 4-му і 9-му рядах висіваються чистими рядами жолуді дуба.

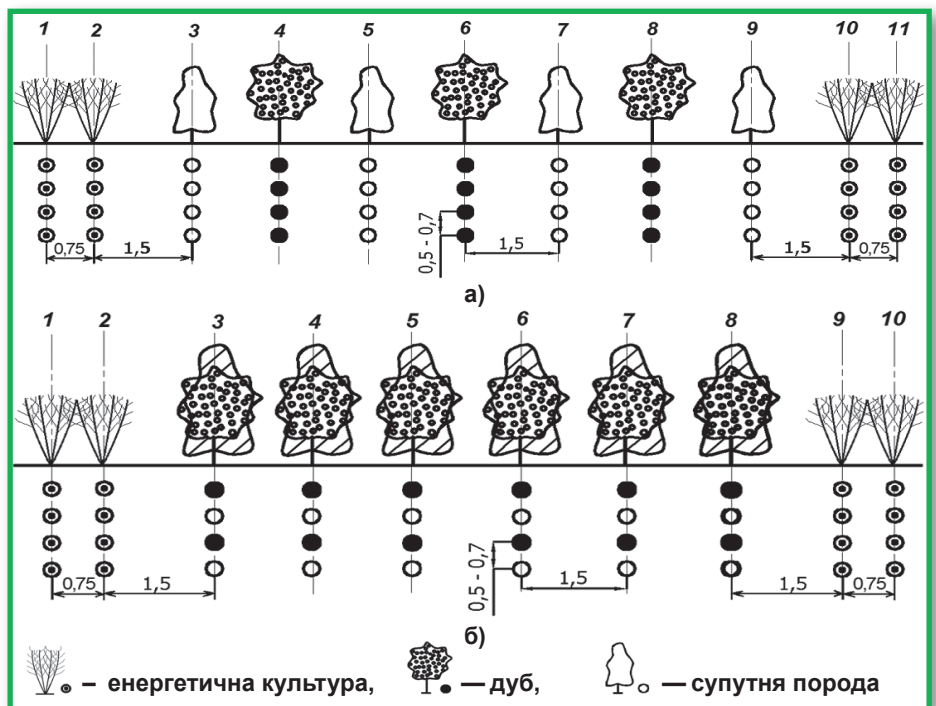
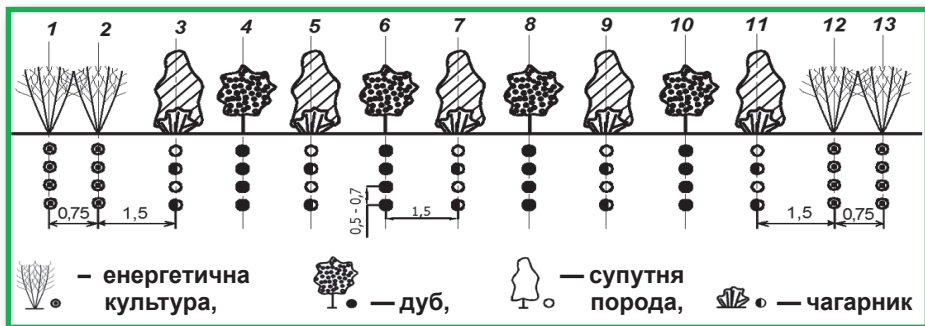
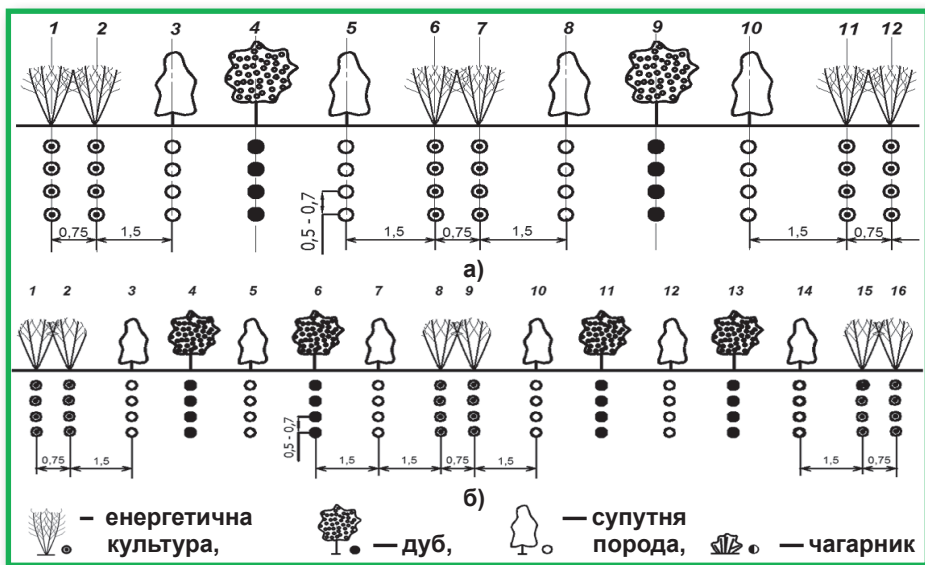


Рис. 2. Варіанти розміщення дуба, супутніх і енергетичних порід у поєданих лісових смугах Полісся та Лісостепу

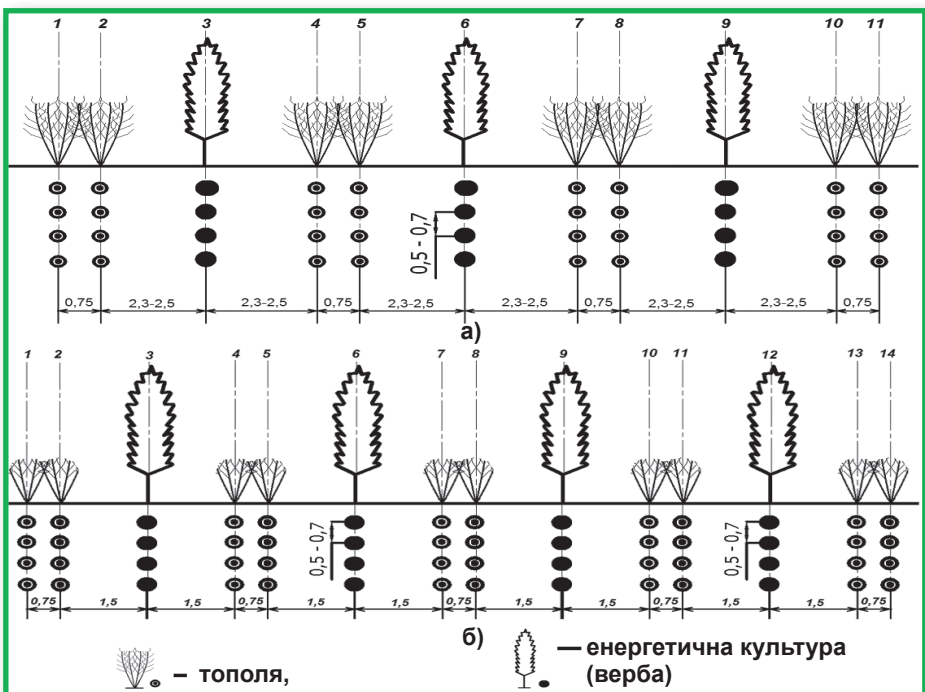
а) — чистими рядами; б) — зі змішанням в рядах



**Рис. 3.** Схема розміщення енергетичних культур, дуба, супутніх і чагарникових порід в трансформованій 12-рядній полезахисній лісосмузі (для всіх зон України)



**Рис. 4.** Варіанти полезахисних лісосмуг із розміщення дуба, супутніх та енергетичних порід коридорним способом:  
а) — модифікована 9-рядна лісосмуга; б) — модифікована 13-рядна лісосмуга



**Рис. 5.** Схема розміщення тополі і верби: а) — 7-рядних лісосмугах; б) — 9-рядних лісосмугах

У другому варіанті (рис. 4б) швидко-рослі енергетичні породи розміщуються у 1–2-му, 8–9-му та 15–16 рядках, а в 3-му, 5-му, 7-му, 10-му, 12-му та 14-му рядках — супутні дубу породи (в лісостепових районах — у чистому вигляді, а в степових — у чергуванні з чагарником); в 4-й, 6-й, 11-й та 13-й ряди — висіваються чистими рядами жолуді дуба.

У випадку вирощування в сусідніх із дубом рядах в'яза, ільма, береста, клена, ясена звичайного та інших швидкокорслих дерев, для недопущення затінення рядів дуба, слід проводити періодичні рубки догляду з систематичним отриманням енергетичної деревної сировини.

Тополу як головну породу рекомендується висаджувати в умовах достатнього зволоження чистими рядами, чергуючи її з чистими рядами супутніх (липа, клен гостролистий, клен татарський, в'яз звичайний, груша та ін.) або чагарникових порід (акація жовта, ліщина, жимолость татарська і ін.). Для максимального накопичення енергетичної маси, в таких лісосмугах, замість рядів супутніх і чагарникових рослин можна ввести спарені ряди енергетичної верби (рис. 5а). При цьому енергетичну сировину можна заготовляти починаючи з 3-річного віку по черговим вибиранням спарених рядів через кожні 2–4 роки в такій послідовності: 1–2-й, 7–8-й, 4–5-й, 10–11-й.

Ефективною в лісозахисному й енергетичному плані є схожа з попередньою 11- чи 14-рядна лісосмуга з шириною міжрядь 1,5 м (рис. 5б). Тополу в цьому випадку теж рекомендується висаджувати чистими рядами, чергуючи її з чистими рядами супутніх порід (верба біла, в'яз звичайний, клен гостролистий, клен ясенелистий).

При цьому заготівля енергетичної біомаси відбувається з періодичністю 2–4 роки вирубуванням рядів у такій послідовності: 4–5-й, 10–11-й, 1–2-й, 7–8-й, 13–14-й.

Такого типу насадження верб і тополь можна використовувати також в умовах гідрографічної мережі для захисту вододом та призупинення ерозії ґрунтів, при цьому у них можна налагодити систематичне отримання значної кількості енергетичної біомаси.

Також ефективну схему вирощування енергетичної біомаси можна реалізувати під час облаштування мулофільтрів на конусах виносу ярів, балок і т. п. Мулофільтр розміщують вище водойми поперек дна балочної мережі між прирічковими чи приставковими лісосмугами. Він поділяється на два сектори, що з'єднують краї лісосмуг. Перший сектор, з боку течії, має поперечний тин, потім другий тин — приблизно через 50 м і третій — по контуру бордюрно залужованої смуги (рис. 6).

У проміжках між тинами розміщують енергетичні плантації чагарникових верб.

Садіння живців проводять у рівень з поверхнею ґрунту з інтервалами між рослинами у рядку 20–30 см [10]. Збирання біомаси проводять кожні 2–4 роки. Така схема забезпечує повне виконання насаджень ґрунто- і водозахисних функцій і отримання значних об'ємів енергетичної маси. При цьому висока продуктивність підтримується тривалий час щорічними відкладеннями поживних речовин, змитих із верхніх частин водозбору.

За результатами проведених досліджень отримано патент на корисну модель «Спосіб створення полезахисних лісосмуг» (№ 142244 від 25.05.2020 р.).

#### Висновки

1. Захисні лісові насадження, крім позитивного впливу на мікроклімат довкілля й суттєве підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь, можуть також відігравати важливу роль джерела біоенергетичної сировини.

2. На сьогодні лісові наса-

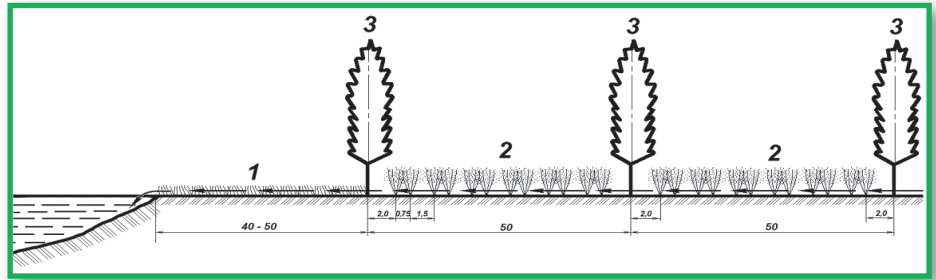


Рис. 6. Схема розміщення деревоподібних і чагарникових верб у мулофільтрі: 1 — залужена смуга; 2 — плантація чагарникових верб; 3 — ряди деревоподібних верб або тополі; — напрям течії

дження з різних причин втрачають свої функції та потребують проведення реконструктивних заходів. При цьому, одночасно з відновленням захисних насаджень, буде змога отримати близько 54,6 млн. т деревини для енергетичних потреб і сформувати нові захисні насадження, що, одночасно з покращенням

екологічного стану довкілля, дозволить створити надійну сировинну базу для біоенергетики.

3. Наведені в статті схеми розміщення дерев можна застосувати на етапі відновлення й розширення системи полезахисних насаджень для підвищення їх енергетичної ролі.

#### ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА:

1. Заришняк А. С. Сучасні проблеми агролісомеліорації в Україні та шляхи їх вирішення / А. С. Заришняк, О. І. Фурдичко // Аграрний тиждень. — 2011. — № 8. — С. 12.
2. Опенько І. А. Еколого-економічні засади раціонального використання та охорони земель під полезахисними лісовими насадженнями: Монографія. / Опенько І. А., Євсюков Т. О. — К.: «Компринт», 2016. — 183 с.
3. Фурдичко О. І. Наукові основи функціонування системи захисних лісів і захисних лісових насаджень в агроландшафтах України / О. І. Фурдичко, А. П. Стадник // Агроекологічний журнал. — 2010. — № 4. — С. 5–12.
4. Роїк М. В. Сучасні науково обґрунтовані підходи до використання землі // Вісник аграрної науки. — 2003. — № 1. — С. 6–16.
5. Лукіша В. В. Екологічні функції полезахисних лісових насаджень / В. В. Лукіша // Екологічні науки, 2013, № 2, С. 56–64. <http://ecoj.dea.gov.ua/wp-content/uploads/2013/02/shelter.pdf>
6. Пилипенко О. І. Обґрунтування параметрів оптимальної полезахисної лісосмуги / О. І. Пилипенко, В. Ю. Юхновський // Науковий вісник НАУ. — К.: НАУ, 1998. — Вип. 10. — С. 326–342.
7. Стадник А. П. Проблеми захисного лісорозведення і агролісомеліорації в Україні та шляхи їх вирішення / А. П. Стадник // Агробіологія. — 2012. — № 8. — С. 153–157. [http://www.irisb-nbuu.gov.ua/cgibin/irisb\\_nbuu/cgibirbis\\_64.exe?I21DBN=LNK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&S21P03=FILE=&S21STR=agr\\_2012\\_8\\_40](http://www.irisb-nbuu.gov.ua/cgibin/irisb_nbuu/cgibirbis_64.exe?I21DBN=LNK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&S21P03=FILE=&S21STR=agr_2012_8_40)
8. Лицур І. Як не допустити зникнення захисних лісових смуг із закінченням земельної реформи? / І. Лицур <http://ua-ekonomist.com/11548-yak-ne-dopustiti-zniknennya-polezahisnih-lisovih-smug-z-zaknchennyamzemelnoyi-reformi.html>
9. Назаренко В. Чому полезахисні лісосмуги нікому не потрібні? / В. Назаренко <http://www.gorod.cn.ua/news/gorod-i-region/37379-chomu-polezahisni-lisosmug-nikomu-ne-potribni.html>
10. Харитонов Г. А. Лесомеліорація водних угідь / Г. А. Харитонов. — Москва: Ленс. пром-сть, 1976. — 168 с.
11. Агролісомеліорація: практикум / С. В. Роговський, І. Д. Василенко, В. М. Черняк, В. М. Хрик; за ред. В. Ю. Юхновського. — К.: Фітосоціоцентр, 2011. — 292 с.
12. Желізна Т. А. Аналіз додаткових джерел деревного палива в Україні: Аналітична записка БАУ № 15 01.04.2016 / Т. А. Желізна, А. І. Баштовий, Г. Г. Гелетуша. Публікація доступна на: [www.uabio.org/activity/uabio-analytics](http://www.uabio.org/activity/uabio-analytics)
13. Звірко В. Полезахисні лісосмуги самі потребують захисту / В. Звірко, Т. Колядинська // Землепорядний вісник. — 2012. — № 9. — С. 5–8.
14. Шляхи вирішення проблем полезахисного лісорозведення / В. Ю. Юхновський, В. М. Малюга, М. О. Штофель, С. М. Дударець <http://nubip.edu.ua/sites/default/files/u39/CNFNNZ.pdf>.

#### АНОТАЦІЯ

УДК 631.6.02: 662.631

#### Теоретичні та прикладні аспекти використання агролісомеліоративних насаджень України в енергетичних цілях

Роїк М. В., Фучило Я. Д., Ганженко О. М.

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. 03110, Київ, вул. Клінічна, 25.

Захисні лісові насадження є важливою складовою частиною лісоаграрних ландшафтів, одним із найефективніших, довгострокових і відносно недорогих заходів боротьби з вітровою та водною ерозією ґрунтів. Вони позитивно впливають на мікроклімат прилеглих територій і здатні суттєво підвищити врожайність сільськогосподарських культур. Також, за певних умов, вони можуть стати важливим джерелом сировини для біоенергетики. **Мета.** Розроблення теоретичних основ та практичних заходів використання агролісомеліоративних насаджень України в енергетичних цілях. **Методи.** В процесі проведення досліджень передбачалося на ос-

нові аналізу існуючої інформації, багаторічного виробничого та наукового досвіду розробити схеми полезахисних лісових насаджень, які, за повного виконання екологічних функцій, зможуть використовуватися для отримання енергетичної сировини. **Результати.** Встановлено, що для одночасного використання полезахисних лісових насаджень як джерела енергетичної біомаси необхідно ввести до їх складу швидкозрілі деревні рослини (верба, тополя, акація, клен та інші) рядами або кучками, які передбачається періодично зрізувати на отримання біомаси. Такі рослини потім інтенсивно відновлюються порослю від пнів. Основний каркас таких насаджень, для тривалого і постійного виконання ними полезахисних функцій, переважно складають ряди дерев дуба звичайного. **Висновки.** Захисні лісові насадження, крім позитивного впливу на мікроклімат довкілля та суттєве підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь, можуть також відігравати важливу роль джерела біоенергетичної сировини. На сьогодні лісові насадження з різних причин втрачають свої функції й потребують проведення реконструктивних заходів. При цьому, одночасно з відновленням захисних насаджень, буде змога отримати близько 54,6 млн. т деревини для енергетичних потреб і сформувати нові захисні насадження, що, одночасно з покращенням екологічного стану довкілля, дозволить створити надійну сировинну базу для біоенергетики. Наведені в статті схеми можна застосувати на етапі відновлення та розширення системи полезахисних насаджень для підвищення їх енергетичної ролі.

**Ключові слова:** полезахисні лісові насадження, біомаса, біопаливо, схема змішування деревних рослин.

#### ABSTRACT

UDC631.6.02: 662.631

#### Theoretical and applied aspects of the use of agricultural and forest meliorative plantations of Ukraine for energy purposes

Roik M. V., Fuchylo Ya. D., Hanzhenko O. M.

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Sciences of Ukraine. 03110, Kyiv, 25 Klinichna St.

Protective forest plantations are an important part of forest-agricultural landscapes and one of the most effective long-term and relatively inexpensive measures to combat wind and water soil erosion. They have a positive effect on the microclimate of the surrounding areas and can significantly increase crop yields. Also, under certain conditions, they can become an important source of bioenergy feedstock. **Goal.** Development of theoretical bases and practical measures of the use of agroforestry reclamation plantations of Ukraine for energy purposes. **Methods.** In the course of the research it was envisaged to develop schemes of protective forest plantations on the basis of the analysis of the existing information, long-term production and scientific experience which, at full performance of ecological functions, can be used for obtaining bioenergy feedstock. **Results.** It is established that for the simultaneous use of protective forest plantations as a source of energy biomass it is necessary to include fast-growing woody plants (willow, poplar, acacia, maple, etc.) in rows or backstage, which are expected to be periodically cut for biomass. Such plants are then intensively restored by growth from stumps. The basis of such plantations for long-term and permanent performance of their protective functions should mainly consist of the rows of oak trees. **Conclusions.** Protective forest plantations, in addition to the positive impact on the microclimate of the environment and a significant increase in the productivity of agricultural land, can also play an important role as a source of bioenergy feedstock. Today, forest protection plantations are losing their functions for various reasons and need to be reconstructed. At the same time, along with the restoration of protective plantations, it will be possible to obtain about 54.6 million tons of wood for energy needs and form new protective plantations, which, along with improving the ecological environment, will create a reliable feedstock base for bioenergy. The schemes presented in the article can be applied at the stage of restoration and expansion of the field protection system to increase their energy role.

**Keywords:** field protective forest plantations, biomass, biofuel, scheme of mixed woody plantations.