

ДОСЛІДЖЕННЯ МАШИН ДЛЯ РОЗЛІСНЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ЯКОСТІ

Семірненко Юрій Іванович

кандидат технічних наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-4230-4614
yurii.semirnenko@snau.edu.ua

Семірненко Світлана Леонідівна

кандидат технічних наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-9304-3637
svitlana.semirnenko@snau.edu.ua

Сільське господарство є однією із найстаріших галузей у світі. Не дивлячись на це, воно й на теперішній час залишається самою затребуваною галуззю.

Враховуючи той факт, що Україна є аграрною країною і у відповідності до даних, приведених Міністерством аграрної політики та продовольства в довоєнний період, являється другою державою серед найбільших експортерів зернових культур усього світу.

Нарощування темпів виробництва зернових культур можливе за рахунок збільшення врожайності, або за рахунок збільшення посівних площ. Збільшення посівних площ в теперішній час можливе тільки за рахунок розліснення полів, їх окультурення. Як відомо, розліснення – це видалення деревинних чагарників на перелогових землях, полях або їх ділянках. Вважається, що розліснення полів або їх ділянок є дієвий метод збільшення земельного банку підприємства, що потребує порівняно незначних фінансових затрат, часу та трудових ресурсів. Однією із основних причин заліснення ділянок полів є розширення захисних лісосмуг за рахунок розсіву насіння деревини, а також лісових масивів, які прилягають до полів.

Із статистичних даних відомо, що на 2020 рік площа самосійної деревини на полях в Україні становила близько 200 тисяч га. На жаль, після закінчення війни ця площа буде значно більшою із-за бойових дій та мінувань полів, лук та інших земельних угідь по всій території країни.

Для вирішення проблеми розліснення полів нами був проведений аналіз машин для видалення деревно-чагарникової рослинності. Були визначені основні якісні показники роботи даних машин. Проведені дослідження по визначенню даних показників для кожної із машин, що використовувалася для розліснення полів. В результаті проведених досліджень було визначено кращий варіант за показниками якості роботи машини по видаленню деревно-чагарникової рослинності з полів.

Ключові слова: зрізання, видалення, деревинно-чагарникової рослинності, розліснення, стовбур, зрізання, машини, мультчер.

DOI <https://doi.org/10.32782/msnau.2023.1.13>

Вступ. Сільське господарство є однією із найстаріших галузей у світі. Не дивлячись на це, воно й на теперішній час залишається самою затребуваною галуззю.

Враховуючи той факт, що Україна є аграрною країною і у відповідності до даних, приведених Міністерством аграрної політики та продовольства (Кашка, 2021) у довоєнний період, являється другою державою серед найбільших експортерів зернових культур усього світу (Yeles, 2016).

Нарощування темпів виробництва зернових культур можливе за рахунок збільшення врожайності, або за рахунок збільшення посівних площ. Збільшення посівних площ в теперішній час можливе тільки за рахунок розліснення полів, їх окультурення. Як відомо, розліснення – це видалення деревинних чагарників на перелогових землях, полях або їх ділянках. Вважається, що розліснення полів або їх ділянок є дієвий метод збільшення земельного банку підприємства, що потребує порівняно незначних фінансових затрат, часу та трудових ресурсів (Dauhul & Aleksenko, 2018).

Однією із основних причин заліснення ділянок полів є розширення захисних лісосмуг за рахунок розсіву насіння деревини, а також лісових масивів, які прилягають до полів. Із статистичних даних (Statystychnyi shchorichnyk, 2020) відомо, що на 2020 рік площа самосійної деревини на полях в Україні становила більше двохсот тисяч га.

На превеликий жаль, після закінчення війни ця площа буде значно більшою із-за бойових дій та мінувань полів, лук та інших земельних угідь по всій території країни. Так, за даними ДСНС України, на середину листопада 2022 року заміновано близько 30% загальної території нашої країни (Petrovych, 2022; Pryshchera, 2022, Zhyvytskyi, 2022). Для розмінувань даних територій, у відповідності до даних ДСНС, необхідно не менше п'яти років. Тому, для України проблема розліснення полів стане ще більш нагальною.

Рішення проблеми зрізання та видалення деревинно-чагарникової рослинності є актуальним не тільки

Таблиця 1

Розліснення площ

Роки	Площа розліснення за календарний рік, га
2020	106,0
2021	160,5
2022	-
Залишок на наступні роки	76,06
Всього	342,56

Як видно з таблиці 1, найбільшу площу угідь було розліснено у 2021 році – 160,5 га. Із-за бойових дій у 2022 році розліснення не проводилось. Залишок від попередніх років становить 76,06 га.

Для прикордонних з Росією областей виникла у аграріїв проблема небезпеки обробки полів, що межують із прикордонними зонами. Особливо ця проблема гостро постала для аграріїв Сумської області із-за найбільшої протяжності кордону з Росією – 563,8 км (Pryshchera, 2022). Часті обстріли, не розірвані боєприпаси і т. ін. вимушують залишати не обробленими тисячі гектарів сільгоспугідь області, які потрібно буде після війни окультурювати. Так, у Буринському відділенні ТОВ «Райз Північ» на кінець 2022 року стан справ наступний (табл. 2).

Так, при загальній посівній площі 13480 га у Буринському відділенні ТОВ «Райз Північ», частина не оброблених полів у 2022 році із-за бойових дій склала майже 14,30%. На 2023 рік цей відсоток збільшиться до 14,74%.

Ефективна робота технічних засобів по видаленню деревинної рослинності можлива при наявності знань фізико-механічних властивостей даної деревини. З цієї метою нами було визначено основні породи деревини, якою заляснюються поля та луки Конотопського району, а саме ТОВ «Райз Північ». В результаті досліджень було виявлено, що переважну більшість рослинних чагарників на полях складають такі породи дерев як тополя, ясен, груша, клен ясенелистий.

Кожна порода деревини має свої фізико-механічні властивості, які у значній мірі впливають на вибір робочих органів, зусилля різання і в кінцевому варіанті – на продуктивність машин та питомі витрати на розліснення.

Дослідженнями фізико-механічних властивостей деревини займалися такі вчені як О. П. Божок, І. С. Вінтонів, А. К. Спірочкін, В. В. Фурсов, Е. П. Ліцман та ін. За кордоном також проводилися дослідження впливу фізико-механічних властивостей на подрібнення деревини (Soman et al., 2020; Uhmeier, 2015; Spinelli et al., 2016).

Таблиця 2

Площі полів, що будуть потребувати окультурення

№ п/п	Сільська рада	Площа, яка не засівалася в 2022 р., га	Відстань до кордону, км	Площа, яка не планується засіватися в 2023 р., га
1	Манухівська	231	7-9	231
2	Бояролежачівська	249	1-5	249
3	Бунякінська	743	5-10	743
4	Червоноозерська	702	До 15	764
	Всього	1925	-	1987

для сільськогосподарської галузі при культуротехнічних операціях, а й при виконанні технологічних операцій по лісовідновленню при захисті від деревинно-чагарникової рослинності лінійних об'єктів, таких як лінії електропередач, залізничні та автомобільні дороги різних категорій та ін. Вирішення даної проблеми висвітлено в ряді робіт (Martianych, 2015; Drapaliuk, 2013; Ivashniev, 2006; Shehelman et al., 2013) вітчизняних та зарубіжних авторів. У більшості випадків дана операція виконується, як правило, наявною в сільськогосподарських підприємствах технікою, яка в більшій чи меншій мірі підходить для виконання розліснення (Statystychnyi shchorichnyk, 2020; Soman et al., 2020; Verani et al., 2017). Але проведений аналіз літературних джерел показав, що не розглянуті питання вибору ефективного способу розліснення сільськогосподарських угідь та вибору раціонального обладнання для виконання даної операції (Soman et al., 2020; Verani et al., 2017).

Матеріали і методи досліджень. В дослідженнях використовувались машини пасивної та активної дії для розліснення сільськогосподарських угідь.

Загальна методика досліджень передбачала розробку передумов з пошуку раціонального технологічного процесу видалення деревинно-чагарникової рослинності для конкретних умов, їх експериментальну перевірку в польових умовах, а також ефективність роботи.

Експериментальні дослідження виконувались на основі загальноприйнятих методик із застосуванням вимірювальної апаратури, а також з використанням теорії планування багатofакторного експерименту.

Для обробки експериментальних результатів досліджень застосовані основні методи математичної статистики. Експериментальні дані опрацьовували за допомогою прикладних програмних пакетів Microsoft Excel, Компас 3D, STATISTICA 6.

Результати досліджень. Необхідність виконання даних робіт в агропромисловому комплексі пов'язана, перш за все, із необхідністю окультурення родючих земель з метою збільшення посівних площ та недопускання подальшого просування деревинно-чагарникової рослинності по полях.

Дослідження проводились у Буринському відділенні ТОВ «Райз Північ» на протязі 2021–2022 років.

Площа необхідного розліснення полів становила на 2020 рік – 342,56 га.

Динаміка виконання розліснення вказаних площ у Буринському відділенні ТОВ «Райз Північ» приведена в таблиці 1.

Враховуючи фізико-механічні властивості деревинних чагарників можна вибирати техніку для окультурення сільгоспугідь, знаряддя та робочі органи.

На теперішній час існують декілька способів розліснення сільськогосподарських угідь – механічний, хімічний, очищення спалюванням, біологічний.

Найбільш розповсюдженим в сільськогосподарському виробництві із-за своєї продуктивності, універсальності та доступності є механічний спосіб.

При використанні механізованої технології розліснення виконуються перелічені далі операції. Операція зрізання наземної частини деревно-чагарникової рослинності, для виконання якої застосовуються кущорізи з пасивними та активними робочими органами. Наступна операція – зрібання із подальшим видаленням зрізаної рослинності волокушами, граблями або підбирачами з подальшим навантаженням в транспортний засіб тракторними навантажувачами. Видалена рослинність в подальшому після підсихання в буртах переробляється на щепу за допомогою мобільних машин для рубки, після чого щепи автомобілями чи тракторними причепами транспортується до місця зберігання. Останньою операцією в даній технології є видалення пеньків за допомогою відповідних машин циклічної чи безперервної дії з подальшою їх утилізацією (Soman et al., 2020).

Класифікацію машини для розліснення сільськогосподарських угідь можна виконати за багатьма показниками, такими як умови роботи машини; вік, порода та фізико-механічні властивості деревини і т. ін.

Проведений нами аналіз наведеної механізованої технології виявив цілий ряд недоліків: при зрібанні вказаної рослинної маси йде значне її забруднення та часткове перемішування з ґрунтом, що ускладнює подальшу переробку на щепу; значна частина родючого ґрунту вивозиться за межі поля; із-за малої щільності завантаженої в транспортний засіб рослинної маси її транспортування є дорогим і економічно недоцільним; викорчовування пеньків є трудомістким і енергозатратним процесом в даній технології.

При розлісненні сільськогосподарських угідь від деревно-чагарникової рослинності на експлуатаційні показники роботи машин для виконання даної операції найбільше впливають наступні фактори: діаметр стовбурів, кількість на одиниці площі, порода деревини.

Методика дослідження полягала у виборі типових ділянок на полях, які потрібно розчищати від деревно-чагарникової рослинності і проведенню замірів.

Дослідження стану деревно-чагарникової рослинності проводилось шляхом шести замірів на окремих полях.

На ділянках вибиралися облікові майданчики, де проводилися відповідні заміри шляхом накладання розбірної рамки розміром 1x1 м і визначалися: кількість стволів на м², діаметр стовбурів рослин на висоті можливого зрізу (60 мм) та породи дерев.

Заміри та розрахунки проводилися на трьох полях, кожне з яких мало площу близько 200 га. Площі під розліснення на кожному полі склали 9,2; 8,9 та 10,0 га відповідно.

Після підрахунку кількості стовбурів при шестикратному накладанні рамки на різних ділянках кожного поля визначалося середнє значення стовбурів для даного поля.

Після проведення польових досліджень, проводимо перерахунок кількості деревно-чагарникової рослинності на 1 га:

$$n_{aa} = 10000 n_{\delta} \cdot s_{\delta}$$

де n_{aa} – кількість деревно-чагарникової рослинності на ділянці під розліснення, шт.;

n_{δ} – середня кількість деревно-чагарникової рослинності на обліковому майданчику (1 м²), шт.;

s_{δ} – площа ділянки під розліснення, га.

Результати досліджень наведені в табл. 3.

Як видно з табл. 3, найбільша кількість деревно-чагарникової рослинності припадає на третє поле.

Приймаємо середню кількість деревини на м² – 1,5 шт.

Одночасно із визначенням кількості стовбурів деревно-чагарникової рослинності, визначали також і її діаметр. Розподіл деревно-чагарникової рослинності на досліджених полях по діаметру наведено в таблиці 4.

Із таблиці 4 можна зробити висновок, що основна частина деревно-чагарникової рослинності на всіх полях має діаметр до 30 мм.

На основі проведених польових досліджень, нами був проведений аналіз машин для розліснення з урахуванням конкретного стану деревно-чагарникової рослинності полів господарства.

У залежності від дії ріжучого робочого органу на рослинність, машини поділяють на машини пасивної та активної дії.

Для більш об'єктивної порівняльної оцінки машин для розліснення розглядатимемо тільки ті машини, які виконують операцію по видаленню деревно-чагарникової рослинності одною машиною і за один прохід.

Машини пасивної дії – це машини, у яких робочі органи не мають самостійного приводу. До даних машин відносяться кущорізи, котки-кущорізи, викорчовувачі та викорчовувачі-навантажувачі.

Робочі органи даних машин виконані у вигляді ножового відвалу. Даний відвал навішується спереду трактора.

Дані машини агрегатуються з тракторами класу тяги 30–50 кН. В основу їх роботи покладений спосіб силового різання із ковзанням.

При роботі даних машин відбувається безладне зрізання та валяння деревно-чагарникової рослинності, переміщення, перемішування з ґрунтом та ущільнення зрізаної рослинної маси. Це призводить до захаращення ділянок, що розліснюються.

Котки-кущорізи призначені також для знищення чагарникової рослинності. Вони уявляють собою циліндричний барабан, зовні якого по гвинтовій лінії розташовані ножі, завдяки яким забезпечується подрібнення прикоченої чагарникової рослинності та часткова заробка її в ґрунт.

До машин пасивної дії відносяться також викорчовувачі.

Кількісні показники деревно-чагарникової рослинності

№ поля	Середня кількість деревно-чагарникової рослинності на обліковому майданчику, шт	Кількість деревно-чагарникової рослинності на ділянці під розліснення, шт.
1	1,1	101200
2	1,4	124600
3	1,8	180000

Таблиця 4

Розподіл деревно-чагарникової рослинності по діаметру стовбурів

№ поля	Розподіл по діаметру, %		
	до 30 мм	31–60 мм	61–90 мм
1	94,8	5,0	0,2
2	95,9	4,9	0,1
3	96,2	3,8	-

Дана машина забезпечує розчищення ділянки поля від деревно-чагарникової рослинності та транспортування її за межі поля. Максимальна глибина ходу зубів – 250 мм. Монтується на місце бульдозерної навіски.

Найбільш розповсюдженим викорчовувачем-навантажувачем є агрегат, що складається із навантажувача Manitou із відповідним змінним обладнанням.

Особливістю даної машини є висока маневреність. Весь технологічний процес полягає в заглибленні зубів на глибину до 250 мм, викорчовуванні чагарників та транспортуванні їх за межі поля. Тобто, агрегат працює циклічно.

До машин для розліснення полів активної дії відносяться машини, у яких робочі органи приводяться в рух (обертальний) від двигуна базової машини.

До даних машин відносяться лісові мульчери, ротатори, універсальні лісові фрези та ін. Всі ці машини мають горизонтальну вісь обертання робочого органу та схожий принцип дії. Основною відмінністю кожної із перерахованих машин є максимальний діаметр деревини, яку вона здатні подрібнити при оптимальній швидкості.

Слід зазначити, що до машин активної дії відносяться косарки чагарників (косарка Карпенка, стрілова косарка КРД-1,5 та ін.) – машини з вертикальною віссю обертання робочих органів, але дані машини не забезпечують самостійно видалення деревинно-чагарникової рослинності з полів. Вони забезпечують тільки зрізання, а для прибирання скошених стовбурів та викорчовування – потрібні інші машини.

Із даного переліку машин з горизонтальною віссю обертання розглянемо ту, яка по потужності, що споживається для виконання даних робіт, наближена до попередньо розглянутих машин пасивної дії, а саме мульчер (Arpit et al., 2018).

Враховуючи конкретні умови роботи по розлісненню (діаметр стовбурів деревини, кількість на м² і т. ін., нами досліджувалася робота мульчера Serrat T-1800.

Даний мульчер використовуються для подрібнення дерев та чагарників діаметром до 80 мм.

Для об'єктивного вибору кращого варіанту машини для розліснення полів нами запропонована десятибальна шкала якісного оцінювання за наступними показниками:

- винесення ґрунту за межі ділянки, що розліснюється;
- наявність залишків незаробленої в ґрунт деревини;
- питомі затрати на розліснення;
- нерівність поверхні після розліснення (наявність колій, ям, борід, гребнів і т. ін.).

Для оцінювання була застосована зворотна шкала. За 10 балів бралися найгірші показники якості машини.

При цьому всі показники, крім третього, оцінювались нами на розліснених ділянках тою чи іншою машиною. Третій показник, питомі затрати, вибирався із довідкової літератури та технічної документації відповідних машин.

Як видно з таблиці 5, найкращі показники якості при розлісненні показав мульчер Serrat T-1800. Найближчою машиною по якісним показникам при виконанні розліснення полів є каток-кущоріз КУЛ-2,8.

Таблиця 5

Оцінка якості машин для розліснення

№ п/п	Показник якості (в балах від 1 до 10)	ДП-4А	КУЛ-2,8	КЧВ-2,0	Manitou MT-X 733	Serra T-1800
1	Винесення ґрунту за межі ділянки, що розліснюється	10	1	9	8	1
2	Наявність залишків деревини на поверхні ґрунту	8	10	6	5	3
3	Питомі затрати	5	4	10	8	9
4	Нерівність поверхні після розліснення	10	4	7	9	1
5	Сума балів	33	19	32	30	14

В той же час, найгірші показники у кущоріза ДП-4А та викорчовувача КЧВ-2,0. Низькі показники якості, також у викорчовувача-навантажувача Manitou MT-X 733.

Для наглядної демонстрації показників якості перерахованих машин для розліснення сільськогосподарських угідь нами була побудована стовпчаста діаграма (рис. 1).

Для виконання робіт по розлісненню полів у нашому господарстві, була вибрана машина, що має найкращі якісні показники – мульчер Serrat T-1800.

Обговорення. Проведений аналіз наукових публікацій вказує на широке застосування технічних засобів для розліснення сільськогосподарських угідь (Dauhul & Aleksenko, 2018; Shehelman et al., 2013). Для виконання даної операції використовуються, здебільшого, наявні в сільськогосподарських підприємствах технічні засоби, які прямо не призначені для видалення деревно-чагарникової рослинності і не забезпечують належної якості виконання даних робіт (Soman et al., 2020; Verani et al., 2017). На основі проведе-

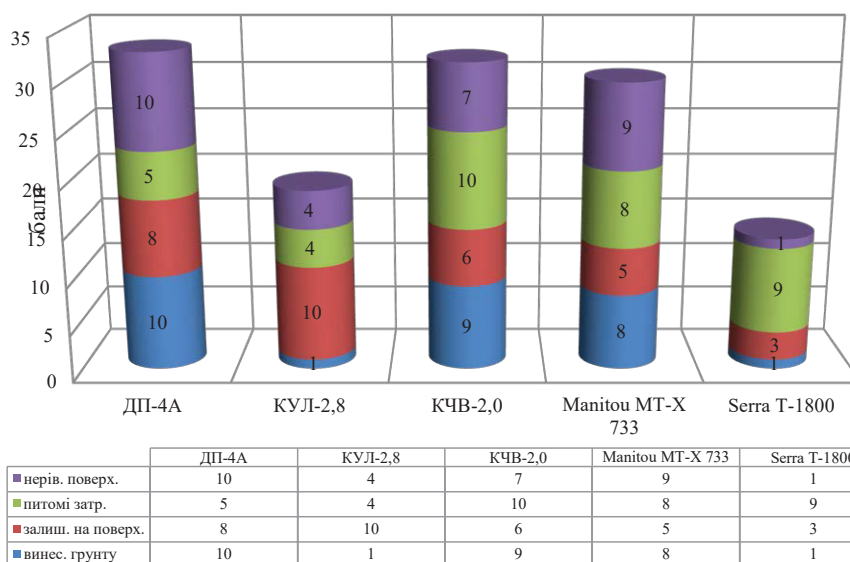


Рис. 1. Оцінка якості машин для розліснення

них досліджень по використанню техніки та технології для розліснення сільськогосподарських угідь (Dauhul & Aleksenko, 2018; Drapaliuk, 2013; Arpit et al., 2018) було запропоновано використання мульчера, машини, що показала найкращі якісні характеристики роботи в конкретних умовах.

Таким чином, використання даної машини дозволяє значно підвищити якість виконання робіт по розлісненню сільськогосподарських угідь, підвищити ефективність використання зрізаної деревно-чагарникової рослинності. Крім того, дана машина є універсальною і може використовуватися в сільгосппідприємствах для виконання інших операцій по обробітці ґрунту, що зменшує парк сільськогосподарської техніки, а отже й затрати коштів на її придбання, обслуговування та зберігання.

Висновки. Проведені дослідження по визначенню площ, що потребують на теперішній час розліснення та площ, які необхідно буде розліснювати у повоєнний час у ТОВ «Райз Північ».

Виконаний аналіз технічних засобів для розліснення сільськогосподарських угідь показав на доцільність для наших умов застосування механізованої технології видалення деревно-чагарникової рослинності.

Проведені дослідження по визначенню основних факторів, що впливають на вибір машин для розліснення. Визначені кількісні показники деревно-чагарникової рослинності на ділянках полів, які потребують розліснення в теперішній час, визначені розмірні характеристики рослинності, яку необхідно видаляти з полів. Проведений підбір машин для розліснення з урахуванням вказаних факторів. Запропонована для об'єктивного вибору кращого варіанту машини для розліснення полів десятибальна шкала якісного оцінювання роботи вибраних машин.

Виконаний аналіз дослідження роботи машин за показниками якості дав можливість визначити кращий варіант для умов господарства.

Бібліографічні посилання:

1. Arpit K., Satish M., Mukesh J. (2018). [Performance Evaluation of Tractor PTO Operated Rotary Mulcher]. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7(6): 1113-1115.
2. Dauhul, V., Aleksenko, A. (2018). Aktualni pytannia vykorystannia zemel silskohospodarskoho pryznachennia orhanamy mistsevoho samovriaduvannia [Actual issues of agricultural land use by local self-government bodies]. X.: Faktor, 176. (in Ukrainian).
3. Drapaliuk, M. V., Platonov, A. A. (2013). Suchasni mashyny ta obladnannia dlia lisovoho hospodarstva na kombinovanomu khodi [Modern machines and equipment for forestry on a combined drive]. Suchasni problemy nauky ta osvity, (3), 12. (in Ukrainian).

4. Ivashniev, M. V. (2006). Protsesy rozchyshchennia elektrychnykh povitrianykh liniy vid derevynno-chaharnykovoi roslinnosti [Processes of clearing electric overhead lines from tree and shrub vegetation]. *Novi informatsiini tekhnologii v tselulozno-paperovii promyslovosti ta enerhetychnii promyslovosti: Materialy YII mizhd. nauk.-tekhn. konf. Lviv, 55.* (in Ukrainian).
5. Kachka, T. (2021). Ukraina stala druhym u sviti eksporterom zerna [Ukraine became the world's second grain exporter]. *Vylucheno iz <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3176429-ukraina-stala-drugim-u-sviti-eksporterom-zerna.html>.* (in Ukrainian).
6. Martianych, A. V., Obolenskyi, N. V. (2015). Kulturtekhichni roboty z vidnovlennia zanedbanykh silskohospodarskykh zemel [Cultural and technical works for the restoration of abandoned agricultural lands] [Tekst]. *Nauka v Ukraini. Zahrozy ta mozhlyvosti: Zb. nauk. st. za materialamy mizhnar. nauk.-prakt. konf. – Naukova dumka, 45-48.* (in Ukrainian).
7. Petrovych, O. (2022). Viiskovi shramy na ukrainskykh poliakh, abo Yak vidnovyty ahrarnyi landshaft pislia bombarduvannia [War scars on Ukrainian fields, or how to restore the agricultural landscape after the bombing]. *Vylucheno iz <https://latifundist.com/blog/read/2884-vijskovi-shrami-na-ukrayinskih-polyah-abo-yak-vidnoviti-agrarnij-landshaft-pislya-bombarduvannya>* (in Ukrainian).
8. Pryshchepa, Y. (2022) 30% terytorii Ukrainy zaminovano [30% of the territory of Ukraine is mined] URL: <https://suspilne.media/319976-30-teritorii-ukraini-zaminovano-dsns/> (in Ukrainian).
9. Shehelman, I. R. (2013). Pidvyshchennia efektyvnosti zakhystu liniy elektroperedachi vid derevo-chaharnykovoi roslinnosti [Increasing the efficiency of protection of power lines from tree-shrub vegetation]. *Nauka ta biznes: shliakhy rozvytku. Orfei, (4 (22)). 24-26.* (in Ukrainian).
10. Soman, H., Kizha, A.R., Delgado, B.M, Kenefic, L.S., Kanoti, K. (2020). Production economics: Comparing hybrid tree-length with whole-tree harvesting methods. *For. Int. J. For. Res. (93), 389–400.* <https://doi.org/10.1093/forestry/cpz065>
11. Spinelli, R.; Cacot, E.; Mihelic, M.; Nestorovski, L.; Mederski, P.; Tolosana, E. (2016). Techniques and productivity of coppice harvesting operations in Europe: a meta-analysis of available data. *Annals of Forest Science, 73:1125–1139* DOI 10.1007/s13595-016-0578-x
12. Statystychnyi shchorichnyk Ukrainy u 2020 rotsi: statystychnyi zbirnyk. (2021). [Statistical yearbook of Ukraine in 2020]. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, 453. (in Ukrainian).
13. Uhmeier, A. (2015). Some fundamental aspects of wood chipping. *Tappi Journal. USA, (10), 79-86.*
14. Verani, S.; Sperandio, G.; Civitarese, V.; Spinelli, R. (2017). Harvesting mechanization in plantations for wood production: Working productivity and costs. *For. Riv. Selvic. Ecol. For., 14(4): 237-246.* DOI:10.3832/efor2389-014
15. Yele, R. (2016). Ukraina maie 30% svitovoho chornozemu ta hraie kluchovu rol u zabezpechenni hlobalnoi prodovolchoi bezpeky, – FAO [Ukraine has 30% of the world's black soil and plays a key role in ensuring global food security, – FAO] *Zemelnyi visnyk Ukrainy. Vylucheno iz <http://zemvisnuk.com.ua/page/ukra-na-ma-30-sv-tovogo-chornozemu>.* (in Ukrainian).
16. Zhyvytskyi, D. (2022). «My maiemo najbilshu protiazhnist kordonu z Rosiieiu, i praktychno kozhen kilometr vzhe obstriliani z yii terytorii» [“We have the longest border with Russia, and almost every kilometer is already under fire from its territory”] URL: <https://sumypost.com/sumynews/kordon/my-mayemo-najbilshu-protyazhnist-kordonu-z-rosiyeiu-i-praktychno-kozhen-kilometr-vzhe-obstriliany-j-z-yiyi-terytoriyi-dmytro-zhyvytskyj/> (in Ukrainian).

Semirnenko Yu. I., PhD, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Semirnenko S. L., PhD, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Research of machines for agricultural land reforestation according to quality indicators

Agriculture is one of the oldest industries in the world. Despite this, it remains the most sought-after branch even now.

Considering the fact that Ukraine is an agrarian country and according to the data provided by the Ministry of Agrarian Policy and Food in the pre-war period, it is the second country among the largest exporters of grain crops in the world.

Increasing the rate of production of grain crops is possible at the expense of increasing the yield, or at the expense of increasing the sown areas. An increase in cultivated areas is currently possible only due to the afforestation of fields and their cultivation. As you know, afforestation is the removal of woody shrubs on fallow lands, fields or their sections. It is believed that afforestation of fields or their plots is an effective method of increasing the land bank of the enterprise, which requires relatively small financial costs, time and labor resources. One of the main reasons for afforestation of fields is the expansion of protective forest strips due to the sowing of wood seeds, as well as forest areas adjacent to fields.

It is known from statistical data that in 2020 the area of self-sowing wood in the fields in Ukraine was about 200 thousand hectares. Unfortunately, after the end of the war, this area will be much larger due to hostilities and mining of fields, meadows, and other lands throughout the country.

In order to solve the problem of afforestation of fields, we conducted an analysis of machines for removing tree and shrub vegetation. The main qualitative indicators of the operation of these machines were determined. Research was conducted to determine these indicators for each of the machines used for afforestation of fields. As a result of the research, the best option was determined in terms of the performance quality of the machine for removing tree and shrub vegetation from the fields.

Key words: cutting, removal, tree-shrub vegetation, afforestation, trunk, cutting, machines, mulcher.