

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

МАКУХ ЯРОСЛАВ ПЕТРОВИЧ

УДК 632.51:631.547.2

**ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ
ФІТОЦЕНОЗІВ БАГАТОРІЧНИХ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР**

06.01.13 – гербологія

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Київ – 2018

Дисертація є рукописом.

Роботу виконано в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України.

Науковий консультант – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН України
ІВАЩЕНКО Олександр Олексійович,
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, головний науковий співробітник відділу гербології.

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор
ЗУЗА Володимир Серафимович,
Харківський національний аграрний університет імені В. В. Докучаєва, професор кафедри землеробства імені О. М. Можейка;

доктор біологічних наук, член-кореспондент НАН України
ШВАРТАУ Віктор Валентинович,
Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, завідувач відділу фізіології живлення рослин;

доктор сільськогосподарських наук, професор
ТКАЛІЧ Юрій Ігорович,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, завідувач кафедри загального землеробства та ґрунтознавства.

Захист дисертації відбудеться 11 грудня 2018 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.360.01 Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України за адресою: вул. Клінічна, 25, корпус 1, м. Київ, 03110.

Із дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України за адресою: вул. Клінічна, 25, корпус 2, м. Київ, 03110.

Автореферат розіслано « 09 » листопада 2018 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради
доктор сільськогосподарських наук

Л. І. Сторожик

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність досліджень. Теоретичний складник досліджень полягає в необхідності отримання комплексних знань біологічних особливостей бур'янів, зокрема їх реакції на початкових етапах органогенезу на вплив різних чинників, можливостей зміни стратегії онтогенезу та показників біологічної продуктивності для вирішення прикладних завдань системного їх контролювання.

Прикладний складник досліджень полягає в необхідності розроблення ефективних систем захисту від бур'янів насаджень біоенергетичних культур, зниженні рівня хімічного навантаження на довкілля, пошуку й розроблянні нових нетрадиційних шляхів захисту біоенергетичних культур за допомогою раціонального застосування гербіцидів, механічних та енергетичних чинників впливу на сходи бур'янів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертаційної роботи виконані впродовж 2012–2017 рр. і є складовою частиною досліджень відділу гербології Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН на 2011–2013 рр. згідно з ПНД «Біоенергетичні ресурси» завдання 22.05.02.05.П «Розробити способи захисту від бур'янів посівів нових видів енергетичних рослин на початкових фазах їх розвитку» (номер державної реєстрації 0111U003151); на 2014–2015 рр. згідно з ПНД «Біоенергетичні ресурси» завдання 13.00.04.15.П «Розробити способи раціонального контролювання стійких до дії гербіцидів видів бур'янів у посівах сільськогосподарських культур» (номер ДР 0113U0008010); на 2016–2018 рр. згідно з ПНД «Біоенергетичні ресурси» завдання 16.00.03.15.П «Розробити систему захисту від бур'янів посадок верби (*Salix*) та тополі (*Populus*)» (номер ДР 0116U002128).

Мета і завдання дослідження. *Мета дослідження* – установити теоретичні та практичні аспекти формування фітоценозів багаторічних біоенергетичних культур.

Поставлена мета зумовила розв'язання таких завдань:

- установити особливості формування видового складу бур'янів у насадженнях багаторічних біоенергетичних культур (міскантусу гігантського і верби енергетичної) та динаміку появи їхніх сходів упродовж вегетації;
- визначити динаміку проективного покриття та площі листової поверхні рослин бур'янів за видами та етапами органогенезу в насадженнях міскантусу гігантського та верби енергетичної;
- установити особливості формування біомаси бур'янів (сирої і сухої) за видами впродовж вегетаційного періоду в насадженнях міскантусу гігантського та верби енергетичної;
- визначити динаміку поглинання сполук мінерального живлення з ґрунту бур'янами за видами протягом вегетаційного періоду в насадженнях міскантусу гігантського та верби енергетичної;

- дослідити особливості формування насінневої продуктивності рослин бур'янів за видами в насадженнях міскантусу гігантського та верби енергетичної;
- оцінити системи контролювання сходів бур'янів у насадженнях міскантусу гігантського першого року вегетації агротехнічними прийомами;
- визначити рівень ефективності захисної дії агротехнічних прийомів від бур'янів у насадженнях верби енергетичної;
- установити ефективність захисту насаджень міскантусу гігантського першого року вегетації від бур'янів за допомогою гербіцидів ґрунтової дії;
- оцінити системи захисту насаджень міскантусу гігантського першого року вегетації від бур'янів за допомогою посходових гербіцидів;
- визначити рівень ефективності застосування гербіцидів на площах, де передбачено розташування насаджень верби енергетичної, для звільнення їх від присутності багаторічних видів бур'янів;
- установити можливості застосування гербіцидів ґрунтової дії для захисту насаджень верби енергетичної першого року вегетації від бур'янів;
- дослідити можливості забезпечення захисту насаджень верби енергетичної першого року вегетації від бур'янів шляхом застосування мульчі та екранування поверхні ґрунту;
- оцінити величину негативного впливу присутності бур'янів у насадженнях міскантусу гігантського та верби енергетичної першого року вегетації на врожайність цих культур;
- установити економічну ефективність заходів захисту насаджень міскантусу гігантського та верби енергетичної першого року вегетації від бур'янів.

Об'єкт дослідження – бур'янові синузії агрофітоценозів міскантусу гігантського та верби енергетичної, гербіциди, мульча, енергетичні екрани.

Предмет дослідження – процеси, що впливають на характер і ступінь забур'янення насаджень багаторічних біоенергетичних культур, біологічні особливості деяких видів бур'янів, закономірності перебігу онтогенезу рослин після індукованих стресів різної природи, процеси досягнення морфологічної селективності рослин досліджуваних культур до дії робочої рідини з гербіцидами; реакція різних видів бур'янів за показниками їхньої чисельності, величини вегетативної маси і насінневої продуктивності, конкурентною здатністю після індукованих хімічних, механічних і енергетичних стресів та рівнем ефективності способів їхнього контролювання в насадженнях біоенергетичних культур.

Методи дослідження. У процесі виконання роботи застосовували загальнонаукові та спеціальні методи досліджень: *польовий* – дослідити умови вирощування та вплив агрозаходів на показники продуктивності насаджень багаторічних біоенергетичних культур; *лабораторний* – визначення кількісних та якісних ознак; *статистичний* – встановлення статистичних залежностей між досліджуваними чинниками та процесами.

Наукова новизна одержаних результатів. За результатами проведених упродовж 2012–2017 рр. комплексних досліджень біологічних особливостей

рослин масових видів бур'янів *уперше* визначено динаміку забур'янення насаджень міскантусу гігантського та верби енергетичної першого року вегетації та його вплив на біоенергетичні культури.

Уперше в насадженнях багаторічних біоенергетичних культур встановлено лабільну реакцію рослин видів бур'янів на ранніх етапах онтогенезу на індуковані хімічні та механічні чинники впливу, а також рівень їхньої конкурентної здатності та насінневої продуктивності.

На основі визначених біологічних особливостей реакції ювенільних рослин видів бур'янів на індуковані дис-стреси, *удосконалено* й науково обґрунтовано та розроблено способи захисту насаджень багаторічних біоенергетичних культур першого року вегетації від бур'янів.

Для молодих насаджень верби енергетичної *вперше* розроблено прийоми створення надійного морфологічного захисту рослин культури від негативного впливу гербіцидів ґрунтової дії і одночасно надійного контролювання сходів бур'янів у насадженнях. Новизна способу захисту підтверджена відповідним державним патентом.

Набули подальшого розвитку наукові знання специфіки фітоценотичних взаємовідносин рослин фанерофітів і терофітів та криптофітів на ювенільному та іматурному етапах їхнього онтогенезу.

Обґрунтовано і розроблено нові екологічні способи захисту насаджень багаторічних біоенергетичних культур першого року вегетації від бур'янів, що забезпечують ефективне контролювання їхніх сходів протягом усього вегетаційного періоду і виключають застосування ручної праці.

Новизна розроблених заходів захисту насаджень багаторічних біоенергетичних культур від бур'янів офіційно підтверджена отриманими патентами на корисну модель № 111363, 104007, 113020, 106168, 100457.

Практична цінність досліджень. Проведено широкий системний науковий пошук гербіцидів різних біохімічних механізмів дії і можливого їхнього застосування в насадженнях багаторічних біоенергетичних культур.

Визначено агрономічні параметри ефективного застосування для захисту насаджень багаторічних біоенергетичних культур від бур'янів хімічного та механічного способів впливу на їхні сходи.

Установлено параметри потрібного рівня контролювання бур'янів у насадженнях міскантусу гігантського та верби енергетичної, що забезпечують високу біологічну продуктивність рослин цих культур у перший рік їхньої вегетації.

Розроблено рекомендації щодо захисту насаджень багаторічних біоенергетичних культур першого року вегетації від бур'янів для їх виробничого застосування.

Особистий внесок здобувача. Автором особисто здійснено пошук та аналіз наукових джерел, визначено напрями досліджень, розроблено програми і схеми дослідів, обґрунтовано методологію, проведено польові й лабораторні дослідження, проаналізовано та узагальнено отримані результати, здійснено їхню статистичну обробку, сформульовано наукові положення та висновки, розроблено рекомендації щодо їхнього практичного використання у

виробництві. Частка авторства в спільних публікаціях становить 60–80 %. Внесок здобувача в останніх полягає в проведенні експериментальних досліджень, аналізі результатів, підготовці та написання статті.

Апробація результатів дисертації. Основні теоретичні положення та практичні результати досліджень доповідалися на вітчизняних та зарубіжних конференціях: 8-й науково-теоретичній конференції Українського наукового товариства гербологів «Бур'яни, особливості їх біології та систем контролювання у посівах сільськогосподарських культур» (м. Київ, 2012 р.); 9-й науково-теоретичній конференції Українського наукового товариства гербологів «Біологічні особливості видів бур'янів-експлерентів і сучасна методологія захисту посівів сільськогосподарських культур» (м. Київ, 2014 р.); 10-й науково-теоретичній конференції Українського наукового товариства гербологів «Стреси і можливості їх використання в системах контролювання бур'янів» (м. Київ, 2016 р.); Международной научно-практической конференции «Состояние и перспективы защиты растений», посвященной 45-летию со дня организации РУП «Институт защиты растений» (г. Минск–Прилуки, Беларусь, 2016 г.); Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва», присвяченій 90-річчю від дня народження професора Наумова Г. Ф. та 80-річчю заснування кафедри генетики, селекції та насінництва (м. Харків, 2017 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату» (м. Кам'янець-Подільський, 2017 р.); 11-й науково-теоретичній конференції Українського наукового товариства гербологів «Шляхи удосконалення систем захисту посівів від бур'янів в інтенсивному землеробстві» (м. Київ, 2018 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Колесниковські читання», присвяченій пам'яті професора О. І. Колесникова (м. Харків, 16–17 жовтня 2018 р.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 36 наукових праць, зокрема 24 статті у фахових виданнях України (із них 6 – у виданнях, які індексуються в міжнародних наукометричних базах), 2 статті в наукових виданнях інших держав, 2 науково-практичні рекомендації, 5 патентів на корисну модель та 3 тези доповідей наукових конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація викладена на 493 сторінках комп'ютерного тексту і складається з анотації, вступу, 8 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаної літератури (512 джерел) та додатків. Робота містить 127 таблиць, 20 рисунків та 13 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ФІТОЦЕНОЗІВ БАГАТОРІЧНИХ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР ТА ЗАХИСТУ ЇХ ВІД БУР'ЯНІВ

(огляд наукової літератури)

На підставі аналізу вітчизняної та зарубіжної наукової літератури щодо вирощування багаторічних біоенергетичних рослин висвітлено питання

походження культур, ботанічні та біологічні особливості росту й розвитку рослин. Розглянуто особливості вирощування біоенергетичних культур в Україні та за кордоном. Висвітлено процеси забур'янення насаджень верби енергетичної та методи контролю. Наводяться праці щодо особливостей контролю бур'янів у насадженнях міскантусу.

ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження за темою дисертаційної роботи виконували впродовж 2012–2017 рр. у лабораторних умовах відділу гербології Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (ІБКіЦБ) та в польових дослідах, закладених у ДП ДГ «Саливiнківське» (с. Ксаверiвка друга, Василькiвський р-н, Київська обл.), яке розташоване в зоні нестійкого зволоження Центрального Лісостепу України, клімат – помірно континентальний.

Ґрунт дослідного поля, де проводили дослідження з міскантусом гігантським, – чорнозем опідзолений, що характеризується такими агрохімічними показниками: уміст гумусу (за Тюрінім) – 3,21 %, азоту лужногідролізованого (за Корнфільдом) – 156 мг/кг ґрунту, рухомих сполук фосфору та калію (за Чиріковим) – 77 і 89 мг/кг ґрунту відповідно, рН сольове – 5,4, сума ввібраних основ – 17,6 мг-екв/100 г ґрунту, гідролітична кислотність – 3,62 мг-екв/100 г, ступінь насиченості основами – 83,1 %.

Відповідно до акту Європейського законодавства № 1305/2013 – індикатором маргінальності земель для вирощування сільськогосподарських культур є рН (Н₂О) < 5,5.

Ґрунт дослідного поля, де проводили дослідження з вербою енергетичною, – чорноземно-лучний, що характеризується такими агрохімічними показниками: уміст гумусу (за Тюрінім) – 3,90 %, азоту лужногідролізованого (за Корнфільдом) – 176 мг/кг ґрунту, рухомих сполук фосфору та калію (за Чиріковим) – 108 і 67 мг/кг ґрунту відповідно, рН сольове – 6,2, сума ввібраних основ – 15,64 мг-екв/100 г ґрунту, гідролітична кислотність – 1,14 мг-екв/100 г, ступінь насиченості основами – 93,2 %.

Дослідне поле розташоване в перезволоженій низині та відповідає індикативним показникам несприятливих біофізичних параметрів ґрунту щодо віднесення до маргінальних земель. Зокрема, згідно з актом Європейського законодавства № 1305/2013, індикатором маргінальності земель для сільськогосподарських культур є перезволоження 80 см шару ґрунту впродовж понад 6 місяців.

Дослід 1. Виявити особливості забур'янення насаджень міскантусу гігантського та оцінити рівень насінневої продуктивності бур'янів. *Схема досліду:* 1. Насадження міскантусу гігантського першого року вегетації без присутності бур'янів протягом усього вегетаційного періоду; 2. Насадження міскантусу гігантського першого року вегетації, у яких бур'яни були присутні до 10.05. Наступний період вегетації рослини культури росли й розвивалися без присутності бур'янів (послідовні ручні прополювання); 3. Насадження міскантусу гігантського першого року вегетації, у яких бур'яни були присутні

до 10.06. Наступний період вегетації рослини культури росли й розвивалися без присутності бур'янів (послідовні ручні прополювання); 4. Насадження міскантусу гігантського першого року вегетації, у яких бур'яни були присутні до 10.07. Наступний період вегетації рослини культури росли й розвивалися без присутності бур'янів (послідовні ручні прополювання); 5. Насадження міскантусу гігантського першого року вегетації, у яких бур'яни були присутні до 10.08. Наступний період вегетації рослини культури росли й розвивалися без присутності бур'янів (послідовні ручні прополювання); 6. Насадження міскантусу гігантського першого року вегетації, у яких бур'яни були присутні до 10.09 (забур'янений контроль).

Дослід 2. Встановити особливості забур'янення ценозів верби енергетичної та оцінити рівень насінневої продуктивності бур'янів. *Схема досліджу:* 1. Насадження верби енергетичної першого року вегетації без присутності бур'янів протягом усього вегетаційного періоду; 2. Насадження верби енергетичної першого року вегетації, у яких бур'яни були присутні до 10.05. Наступний період вегетації рослини культури росли й розвивалися без присутності бур'янів (послідовні ручні прополювання); 3. Насадження верби енергетично першого року вегетації, у яких бур'яни були присутні до 10.06. Наступний період вегетації рослини культури росли й розвивалися без присутності бур'янів (послідовні ручні прополювання); 4. Насадження верби енергетичної першого року вегетації, у яких бур'яни були присутні до 10.07. Наступний період вегетації рослини культури росли й розвивалися без присутності бур'янів (послідовні ручні прополювання); 5. Насадження верби енергетичної першого року вегетації, у яких бур'яни були присутні до 10.08. Наступний період вегетації рослини культури росли й розвивалися без присутності бур'янів (послідовні ручні прополювання); 6. Насадження верби енергетичної першого року вегетації, на яких бур'яни були присутні до 10.09. (забур'янений контроль).

Дослід 3. Дослідити ефективність застосування механічних прийомів контролювання бур'янів у насадженнях міскантусу гігантського першого року вегетації. *Схема досліджу:* 1. Насадження міскантусу гігантського вегетують без проведення заходів захисту від бур'янів (забур'янений контроль); 2. У насадженнях міскантусу гігантського проводять три послідовні міжрядні культивування з інтервалом 15 діб; 3. У насадженнях міскантусу гігантського проводять три послідовні міжрядні обробітки сітчастими навісними боронами з інтервалом 15 діб; 4. У насадженнях міскантусу гігантського проводять три послідовні ручні зрізування бур'янів у міжряддях з інтервалом 15 діб; 5. Насадження міскантусу гігантського вегетують без негативного впливу бур'янів (проведення шести послідовних ручних прополювань за вегетаційний період).

Дослід 4. Установити ефективність застосування механічних прийомів контролювання бур'янів у насадженнях верби енергетичної першого року вегетації. *Схема досліджу:* 1. Насадження верби енергетичної вегетують без проведення заходів захисту від бур'янів (забур'янений контроль); 2. У насадженнях верби енергетичної проводять три послідовні міжрядні

культивуваці з інтервалом 15 діб; 3. У насадженнях верби енергетичної проводять три послідовні міжрядні обробітки сітчастими навісними боронами з інтервалом 15 діб; 4. У насадженнях верби енергетичної проводять три послідовні ручні зрізування бур'янів у міжряддях з інтервалом 15 діб; 5. Насадження верби енергетичної вегетують без бур'янів (проведення шести послідовних ручних прополовань за вегетаційний період).

Дослід 5. Розробити хімічні прийоми контролювання бур'янів у насадженнях міскантусу гігантського першого року вегетації за допомогою гербіцидів ґрунтової дії. *Схема досліду:* 1. Насадження міскантусу гігантського вегетують без проведення заходів захисту від бур'янів (забур'янений контроль). 2. У ґрунт після садіння кореневищ (ризом) внесено гербіцид Фронт'єр Оптіма, к.е. (диметенамід-П, 720 г/л) у нормі витрати 1,4 л/га; 3. У ґрунт після садіння кореневищ (ризом) внесено гербіцид Дуал Голд, к.е. (S-метолахлор, 960 г/л) у нормі витрати 1,6 л/га; 4. У ґрунт після садіння кореневищ (ризом) внесено гербіцид Трофі 90, к.е. (ацетохлор, 900 г/л) у нормі витрати 2,5 л/га; 5. У ґрунт після садіння кореневищ (ризом) внесено гербіцид Мерлін 750, в.р.г. (ізоксафлютол, 750 г/кг.) у нормі витрати 0,15 кг/га; 6. У ґрунт після садіння кореневищ (ризом) внесено гербіцид Нельсон, к.с. (прометрин, 500 г/л) у нормі витрати 3,0 л/га; 7. Насадження міскантусу гігантського вегетують без бур'янів (проведено шість послідовних ручних прополовань за вегетаційний період).

Дослід 6. Розробити хімічні прийоми контролювання бур'янів у насадженнях міскантусу гігантського першого року вегетації за допомогою пошходових гербіцидів. *Схема досліду:* 1. Насадження міскантусу гігантського вегетують без проведення заходів захисту від бур'янів (забур'янений контроль); 2. У насадженнях міскантусу гігантського у фазі кушіння проведено обприскування гербіцидом Банвел 4S 480 SL, в.р.к (дикамба, 480 г/л) у нормі витрати 0,8 л/га; 3. У насадженнях міскантусу гігантського у фазі кушіння проведено обприскування гербіцидом Діален Супер 464 SL, в.р.к. (2,4-Д, 344 г/л + дикамба, 120 г/л) у нормі витрати 1,25 л/га; 4. У насадженнях міскантусу гігантського у фазі кушіння проведено обприскування гербіцидом МайсТер Пауер OD (форамсульфурон, 31,5 г/л + йодсульфурон-метил натрію, 1 г/л + тіенкарбазон-метил, 10 г/л + ципросульфамід, 15 г/л) у нормі витрати 1,5 л/га; 5. У насадженнях міскантусу гігантського у фазі кушіння проведено обприскування гербіцидом Пріма, с.е. (2-етилгексилловий ефір 2,4-Д, 452,5 г/л + флорасулам, 6,25 г/л) у нормі витрати 0,6 л/га; 6. У насадженнях міскантусу гігантського у фазі кушіння проведено обприскування гербіцидом Тітус 25, в.р.г. (римсульфурон, 250 г/кг) + ПАР Тренд-90 у нормі витрати 50 г/га + 0,2 л/га; 7. У насадженнях міскантусу гігантського у фазі кушіння проведено обприскування гербіцидом Мілагро 040, к.с. (нікосульфурон, 40 г/л) у нормі витрати 1,25 л/га; 8. Насадження міскантусу гігантського вегетують без негативного впливу бур'янів (проведено шість послідовних ручних прополовань за вегетаційний період).

Дослід 7. Установити ефективність застосування пошходових гербіцидів для очищення ґрунту від багаторічних видів бур'янів під майбутні насадження верби енергетичної. *Схема досліду:* 1. Заходів

контролювання сходів багаторічних бур'янів не проводили (забур'янений контроль); 2. На ділянках проводили обприскування робочою рідиною з гербіцидом Раундап Макс, в.р.к. (гліфосату калійна сіль, 551 г/л) у нормі витрати 6 л/га; 3. На ділянках проводили обприскування робочою рідиною з гербіцидом Діален Супер 464 SL, в.р.к. (2,4-Д, 344 г/л + дикамба, 120 г/л) у нормі витрати 1,25 л/га; 4. На ділянках проводили обприскування робочою рідиною з гербіцидом Ланцелот 450 WG, в.д.г. (амінопіралід, 300 г/кг + флорасулам, 150 г/кг) + Раундап Макс, в.р.к. у нормі витрати 20 г + 3,0 л/га; 5. На ділянках проводили обприскування робочою рідиною з гербіцидом Пріма, с.е. (2-етилгексилловий ефір 2,4-Д, 452,5 г/л + флорасулам, 6,25 г/л) + Раундап Макс, в.р.к. у нормі витрати 0,4 л/га + 3,0 л/га; 6. Механічне контролювання сходів багаторічних видів бур'янів (три послідовні суцільні культивації на глибину 8–10 см з інтервалом 20 діб).

Дослід 8. Установити ефективність хімічних прийомів контролювання бур'янів у насадженнях верби енергетичної першого року вегетації. *Схема досліду:* 1. Насадження верби енергетичної вегетують без проведення захисних заходів від бур'янів; 2. Спеціально оброблені здерев'янілі живці верби енергетичної, висаджені після застосування гербіциду ґрунтової дії Стомп 330, к.е. (пендиметалін, 330 г/л) у нормі 5 л/га; 3. Спеціально оброблені здерев'янілі живці верби енергетичної, висаджені після застосування гербіциду ґрунтової дії Зенкор 70, в.г. (метрибузин, 700 г/л) у нормі 1,5 л/га; 4. Спеціально оброблені здерев'янілі живці верби енергетичної, висаджені після появи сходів злакових бур'янів та обприскування гербіцидом Пантера, к.е (хізалофоп-П-тефурил, 40 г/л) у нормі витрати 2,0 л/га; 5. Механічне контролювання сходів бур'янів (три послідовні суцільні культивації на глибину 8–10 см з інтервалом 20 діб).

Дослід 9. Дослідити ефективність застосування екологічно безпечних способів контролювання бур'янів у насадженнях верби енергетичної першого року вегетації. *Схема досліду:* 1. Насадження верби енергетичної вегетують без проведення захисних заходів від бур'янів; 2. На ділянках верби енергетичної після садіння живців наносять шар мульчі з деревної тирси завтовшки 3 см; 3. На ділянках верби енергетичної після садіння живців наносять шар мульчі з подрібненої пшеничної соломи завтовшки 5 см; 4. На ділянках верби енергетичної після посадки живців наносять шар мульчі з подрібненої пшеничної соломи завтовшки 10 см; 5. На ділянках верби енергетичної після садіння живців наносять шар мульчі з подрібненої пшеничної соломи товщиною 15 см; 6. На ділянках верби енергетичної створюють екран з чорної синтетичної плівки. 7. На ділянках верби енергетичної створюють екран з чорного агроволокна.

Площа елементарної ділянки – 36 м², облікової – 25 м². Повторність варіантів – чотирикратна, розміщення ділянок – рендомізоване.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ БІОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ БАГАТОРІЧНИХ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР

Міскантус гігантський (*Miscanthus giganteus* Greef et Deu) росте й розвивається в діапазоні температур повітря від 10 до 40 °С, для успішної перезимівлі потребує достатньої товщини снігового покриву та має низьку посухостійкість. З огляду на значну потребу у волозі – понад 450 мм опадів за рік, його найоптимальніше вирощувати в умовах Лісостепу, а також Західного (Волинське та Мале) і Правобережного (Житомирське та Київське) Полісся України.

Міскантус гігантський може рости на різних типах ґрунтів, непридатних для ведення сільськогосподарського виробництва: мілкопрофільних, низькородючих, кам'янистих, зі вмістом піску від 40 до 60 %, чи глини – від 50 до 60 %, з кислотністю (рН) нижче 5,5, хімічно забруднених.

Установлено, що придатними для вирощування міскантусу гігантського в умовах Полісся України є 73 % маргінальних земель, що становить приблизно 3,9 млн га, а в Лісостепу – 83 % земель, або 3,5 млн га.

Верба енергетична (прутовидна) (*Salix viminalis* L.) характеризується високою морозостійкістю, відновлює вегетацію вже за температури приблизно 0 °С. Для росту й розвитку потребує не менше 600 мм опадів за рік, а отже, найбільше підходить для вирощування в умовах Полісся.

Верба енергетична може рости на ґрунтах, що загалом є непридатними для вирощування основних сільськогосподарських культур: мілкопрофільних, низькородючих, зі вмістом каміння від 10 до 20 % від загального об'єму, чи піску в межах від 40 до 60 %, глинистих, засолених, солонцюватих, кислих (з рН не нижче 5,0), перезволожених.

Придатними до вирощування цієї культури в умовах Полісся України є 75 % маргінальних земель, що становить приблизно 4,0 млн га.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАБУР'ЯНЕННЯ НАСАДЖЕНЬ БАГАТОРІЧНИХ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР

Особливості забур'янення насаджень міскантусу гігантського першого року вегетації. Упродовж років досліджень насадження міскантусу відзначалися як досить високим рівнем забур'яненості, так і певною специфікою її формування. Так, уже на час проведення перших обліків (10.05) загальна чисельність різних видів бур'янів становила 38,8 шт./м². Найчисельнішими серед них були талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.) – 4,3 шт./м², гірчиця польова (*Sinapis arvensis* L.) – 3,2, рутка лікарська (*Fumaria officinalis* L.) – 2,9, підмаренник чіпкий (*Galium aparine* L.) – 2,3, гірчак березкоподібний (*Polygonum convolvulus* L.) – 2,3, куколиця біла (*Melandrium album* (Mill.) Garke.) – 1,3, осот рожевий (*Cirsium arvense* L.) – 1,2 шт./м². Істотно – до 105,8 шт./м², або у 2,7 раза збільшувалася чисельність бур'янів у насадженнях культури протягом наступного місяця вегетації (облік 10.06). Станом на 10.07 та 10.08 приріст цього показника був значно меншим – середня кількість бур'янів становила 119,5 та 120,8 шт./м² відповідно.

Найбільшою забур'яненість посівів міскантусу гігантського була на час проведення останніх вегетаційних обліків (10.09) – 122,3 шт./м². У цей період рослини щиріці загнутої (*Amaranthus retroflexus* L.), лободи білої (*Chenopodium album* L.), споришу звичайного (*Polygonum aviculare* L.), фіалки польової (*Viola arvensis* Murr.), гірчака почечуйного (*Polygonum persicaria* L.), гірчака березкоподібного, підмаренника чіпкого, куколиці білої та інші перебували на сенільному етапі онтогенезу, закінчували формування насіння і поступово відмирили.

На початку вегетаційного періоду (10.05) площа листя рослин міскантусу становила 0,26 тис. м²/га, тоді як решти бур'янів – 11,97 тис. м²/га. Тобто сумарна площа листкової поверхні агрофітоценозу була на рівні 12,23 тис. м²/га. У вересні насадження міскантусу гігантського утворюють листкову поверхню на рівні 6,21 тис. м²/га, тоді як загальна листкова поверхня бур'янів становила 65,40 тис. м²/га.

На час проведення перших обліків (10.05) середній показник накопичення сирової маси бур'янів становив 18 г/м². Серед їх видів, що вже були присутні в насадженнях міскантусу гігантського, найбільшу біомасу формували рослини підмаренника чіпкого і гірчиці польової – по 5 г/м², тоді як талабану польового – 3 г/м², фіалки польової та рутки лікарської – по 2 г/м², осоту рожевого – 1 г/м². Інші види бур'янів ще не встигли сформувати свої наземні частини і здебільшого лише проростали.

Найбільші показники сумарного накопичення наземної маси рослин бур'янів у насадженнях міскантусу гігантського зафіксовано станом на 10.08 – 2906 г/м². У структурі маси бур'янів найбільшу питому вагу мали: просо півняче – 404 г/м², або 13,9 %, лобода біла – 344 г/м², або 11,8 %, щиріця звичайна – 303 г/м², або 10,4 %, мишій сизий – 241 г/м², або 8,3 %, гірчак почечуйний – 212 г/м², або 7,2 %. Дані інтенсивності приросту сирової маси бур'янів у насадженнях культури наведено на рисунку 1.

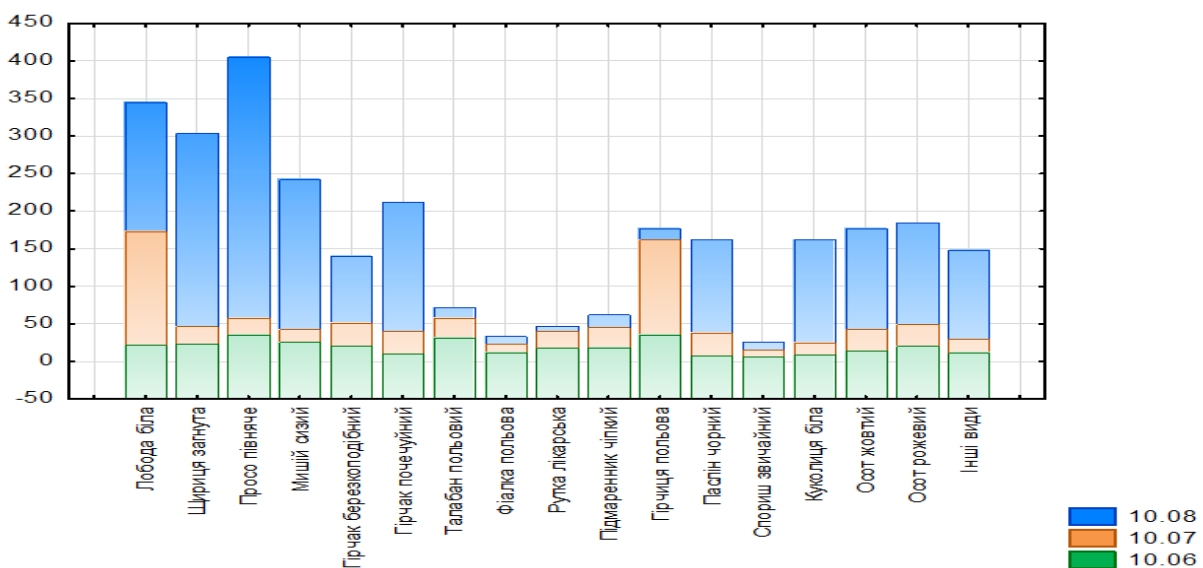


Рис. 1. Інтенсивність приросту сирової маси бур'янів у насадженнях міскантусу гігантського, г/м² (середнє за 2012–2016 рр.)

Серед видів бур'янів найвищу насінневу продуктивність у насадженнях міскантусу гігантського формувала щиріця звичайна – у середньому 332 тис. насінин на одну рослину. Високим був цей показник і в рослин лободи білої – 67,1 тис. шт./рослину, осоту рожевого – 24 тис., осоту жовтого – 21,0 тис., пасльону чорного – 19,8 тис., гірчиці польової – 15,4 тис. шт./рослину.

За вирощування міскантусу першого року вегетації в чистих від бур'янів насадженнях урожайність його сухої біомаси може досягати 1,82 т/га, що відповідає виходу твердого біопалива на рівні 2,00 т/га, енергії – 33,9 ГДж/га. За присутності впродовж 60-ти діб бур'янів у насадженнях культури вихід твердого біопалива знижується до 1,43 т/га, що відповідає збору 24,3 ГДж/га енергії. Варіанти з присутністю бур'янів у насадженнях міскантусу впродовж 120 та 150 діб мінімально достовірно відрізнялися між собою і забезпечували формування врожайності сухої біомаси на рівні 0,98 і 0,86 т/га, тобто майже вдвічі менше, ніж у варіанті без бур'янів (табл. 1).

Таблиця 1

**Урожайність сухої маси, вихід твердого біопалива та енергії
за різної тривалості присутності бур'янів у насадженнях міскантусу
гігантського, середнє за 2012–2016 рр.**

Тривалість спільної вегетації, діб	Урожайність сухої маси, т/га	Вихід твердого біопалива, т/га	Вихід енергії, ГДж/га
Без бур'янів	1,82	2,00	33,9
30	1,67	1,84	31,2
60	1,30	1,43	24,3
90	1,02	1,13	19,0
120	0,98	1,08	18,3
150	0,86	0,95	16,0
НІР _{0,05}	0,11	0,12	0,32

Особливості процесів забур'янення насаджень верби енергетичної першого року вегетації. Забур'яненість насаджень верби енергетичної мала змішаний характер. Поява сходів бур'янів розпочиналася в середньому через 5–7 діб після проведення суцільної культивуації площі та садіння живців культури. На час проведення перших обліків (10.05) у насадженнях верби енергетичної наймасовішими були сходи гірчака шорсткого – 9,5 шт./м², лободи білої – 8,7, пирію повзучого – 8,1, мишію сизого – 7,3, пасльону чорного – 7,2, гірчиці польової – 6,4 та проса півнячого – 5,8 шт./м².

Максимальні показники площі листової поверхні в цей період формували такі види бур'янів, як лобода біла – 6,0 тис. та талабан польовий – 5,0 тис. м²/га, а от у рослин верби енергетичної вона була майже вдвічі меншою – на рівні 2,8 тис. м²/га. У другий обліковий строк (10.06) загальна площа листової поверхні рослин бур'янів становила 47,5 тис. м²/га, тоді як у рослин верби – 3,6 тис. м²/га. Максимальні ж значення сумарної площі листової поверхні в бур'янів відзначено за наявності 100 % проективного покриття: станом на 10.07 – 72,6 тис. м²/га, 10.08 – 111,1 та 10.09 – 86,8 тис. м²/га.

Найбільший показник сумарного накопичення наземної біомаси рослин

бур'янів у насадженнях верби енергетичної зафіксовано за обліків 10.08 – 3548,3 г/м². У розрізі ж видів бур'янів, найбільшу сиру масу формували рослини лободи білої – 418,1 г/м², пасльону чорного – 404,8, мишію сизого – 378,3, проса півнячого – 327,4, гірчиці польової – 315,2 г/м².

Найвищу за роки досліджень насінневу продуктивність було зафіксовано в рослин блекоти чорної – 404,5 тис. шт./рослину, лободи білої – 92,1, пасльону чорного – 29,4, осоту рожевого – 23,2, гірчиці польової – 17,1, гірчака шорсткого – 9,0, мишію сизого – 5,2 тис. шт./рослину.

Максимальну врожайність сирової біомаси верби – 5,80 т/га отримано в разі її вирощування за відсутності бур'янів, тоді як на варіантах спільної вегетації культури й бур'янів протягом 30, 60, 90, 120 та 150 діб збір біомаси істотно знижувався і становив 5,39; 4,12; 2,55, 2,32 та 2,03 т/га відповідно.

У насадженнях верби енергетичної, чистих від бур'янів, зафіксовано найбільший збір її сухої біомаси – 3,19 т/га; дещо меншим він був на варіанті за спільної вегетації з бур'янами впродовж 30 діб – 2,97 т/га (табл. 2). За аналогією з виходом сухої речовини, на цих варіантах отримано 3,51–3,26 т/га твердого біопалива, що рівнозначно 64,9–60,4 ГДж/га енергетичного еквіваленту. Спільна вегетація верби енергетичної першого року життя з бур'янами впродовж 90–150 діб призвела до недобору енергії у 2,27–2,85 рази порівняно з контролем.

Таблиця 2

**Урожайність сухої маси, вихід твердого біопалива та енергії
за різної тривалості присутності бур'янів у насадженнях
верби енергетичної, середнє за 2012–2016 рр.**

Тривалість спільної вегетації, діб	Урожайність сухої маси, т/га	Вихід твердого біопалива, т/га	Вихід енергії, ГДж/га
Без бур'янів	3,19	3,51	64,9
30	2,97	3,26	60,4
60	2,26	2,49	46,1
90	1,40	1,54	28,6
120	1,28	1,40	26,0
150	1,12	1,23	22,7
HP _{0,05}	0,17	0,20	–

**ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ МЕХАНІЧНОГО ЗАХИСТУ
БАГАТОРІЧНИХ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР ВІД БУР'ЯНІВ**

Ефективність застосування систем механічного захисту насаджень міскантусу гігантського від бур'янів. Забур'янення насаджень міскантусу гігантського першого року вегетації відбувалися досить інтенсивно. Так, у період з першої декади травня до кінця другої декади червня кількість сходів бур'янів зростала в середньому з 53,2 до 103,1 шт./м², або в 1,92 рази.

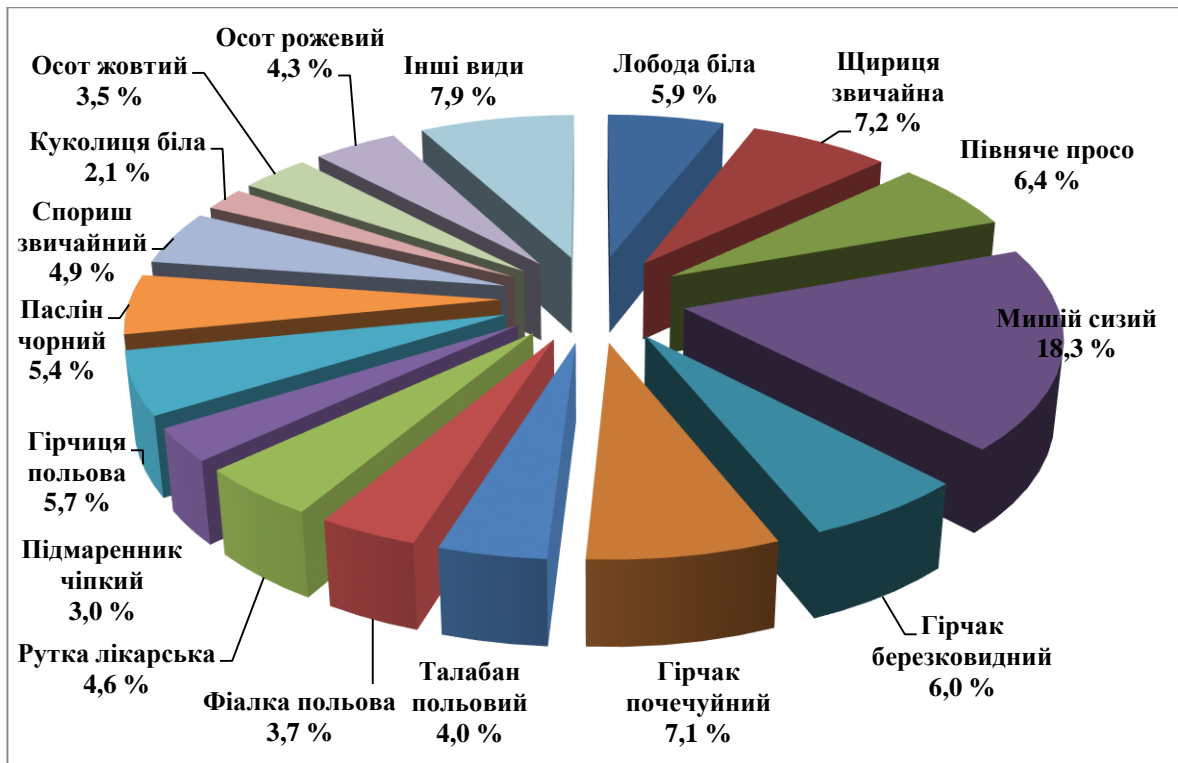


Рис. 2. Структура забур'янення насаджень міскантусу гігантського першого року вегетації, середнє за 2012–2016 рр.

Середній рівень ефективності дії після трьох послідовних боронувань міжрядь сітчастими боронами був стабільно високим – зниження чисельності бур'янів було 81 %, що на 1 % більше ефективності культиватора. Найчутливішими до впливу сітчастих борін виявилися сходи щириці звичайної – зниження їх чисельності досягало 90 %, гірчака безкоподібного – 83 %, фіалки польової – 88 %, лободи білої – 87 %, талабану польового – 86 %, гірчака почечуйного – 86 %, підмаренника чіпкого – 86 %, пасльону чорного – 94 %.

У середньому за роки досліджень, сумарний обсяг поглинання сполук азоту (N) бур'янами з ґрунту становив 102,9 кг/га. Серед видів найбільшу частку в структурі поглинання азоту мали рослини лободи білої – 16,5 кг/га (16,0 %), щириці загнутої – 11,3 кг/га (10,9 %), пасльону чорного – 11,3 кг/га (10,9 %), осоту рожевого – 10,6 кг/га (10,3 %), проса півнячого – 7,2 кг/га (6,9 %).

Проведення захисних заходів від бур'янів у формі системи послідовних міжрядних культивацій знижувало здатність диких рослин поглинати доступні сполуки азоту з ґрунту в 4,4 раза. На ділянках із використанням системи послідовних боронувань обсяги поглинання азоту були меншими у 5,6 раза, тоді як застосування системи послідовних зрізувань бур'янів уручну – у 6,4 раза порівняно з контролем.

Аналіз особливостей поглинання бур'янами з орного шару ґрунту сполук фосфору (P_2O_5) виявив певні закономірності. На насадженнях без проведення

заходів захисту обсяги поглинання сполук фосфору з ґрунту в середньому за роки досліджень досягали 65,7 кг/га. Серед видів бур'янів найбільша частка в структурі поглинання фосфору належала рослинам лободи білої – 10,6 кг/га (16,1 %), пасльону чорного – 6,8 кг/га (10,3 %), осоту рожевого – 6,8 кг/га (10,3 %), проса півнячого – 5,6 кг/га (8,5 %), щиріці загнутої (звичайної) – 5,2 кг/га (7,9 %).

Застосування захисту насаджень міскантусу гігантського у формі системи послідовних культивацій міжрядь забезпечило зменшення обсягів поглинання сполук фосфору в 4,4 раза. На ділянках із використанням послідовних боронувань міжрядь сітчастими боронами бур'яни, що виживали, поглинали фосфору в 5,5 раза, а в разі застосування послідовних зрізувань – у 6,3 раза менше порівняно з контролем.

На ділянках контрольного варіанту насаджень культури обсяг поглинання сполук калію (K_2O) бур'янами становив 114,4 кг/га. Серед видів бур'янів найбільша частка в структурі поглинання цього елемента належала рослинам лободи білої – 18,9 кг/га (16,5 %), щиріці звичайної – 13,9 кг/га (12,2 %), пасльонн чорного – 12,7 кг/га (11,1 %), осоту рожевого – 10,3 кг/га (9,0 %), просо півнячого – 8,8 кг/га (7,6 кг/га).

Застосування захисту насаджень міскантусу гігантського від бур'янів за допомогою системи послідовних культивацій міжрядь знижувало здатність останніх поглинати з орного шару ґрунту сполуки калію в середньому у 4,4 раза. Використання системи послідовних боронувань міжрядь культури сітчастими боронами дало змогу знизити рівень поглинання сполук калію з ґрунту в 5,6 раза, а системи послідовних зрізувань бур'янів – в 6,3 раза порівняно з контролем.

Найвищі показники врожайності сухої біомаси (1,82 т/га), виходу твердого біопалива (2,01 т/га) та енергії (34,0 ГДж/га) отримано на контрольному варіанті, де впродовж вегетаційного періоду міскантусу гігантського знищували всі бур'яни, а найнижчі – на забур'яненому контролі (0,83 т/г, 0,93 т/га та 15,5 ГДж/га). Щодо варіантів застосування різних систем механічного захисту насаджень міскантусу гігантського від бур'янів, то за рівнем формування продуктивних показників вони істотно не відрізнялися між собою і загалом давали змогу забезпечити досить високі їх значення: урожайність сухої маси – 1,70–1,74 т/га, вихід твердого біопалива – 1,87–1,91 т/га, енергії – 31,7–32,4 ГДж/га.

Ефективність застосування механічних прийомів контролювання бур'янів у насадженнях верби енергетичної першого року вегетації. У насадженнях верби енергетичної на кінець першої декади травня, перед початком проведення механічних заходів захисту, чисельність сходів бур'янів становила 129,2 шт./м². Найчисленнішими в загальній структурі забур'янення були просо півняче – 19,1 %, мишій сизий – 15,0 % та лобода біла – 10,7 %.

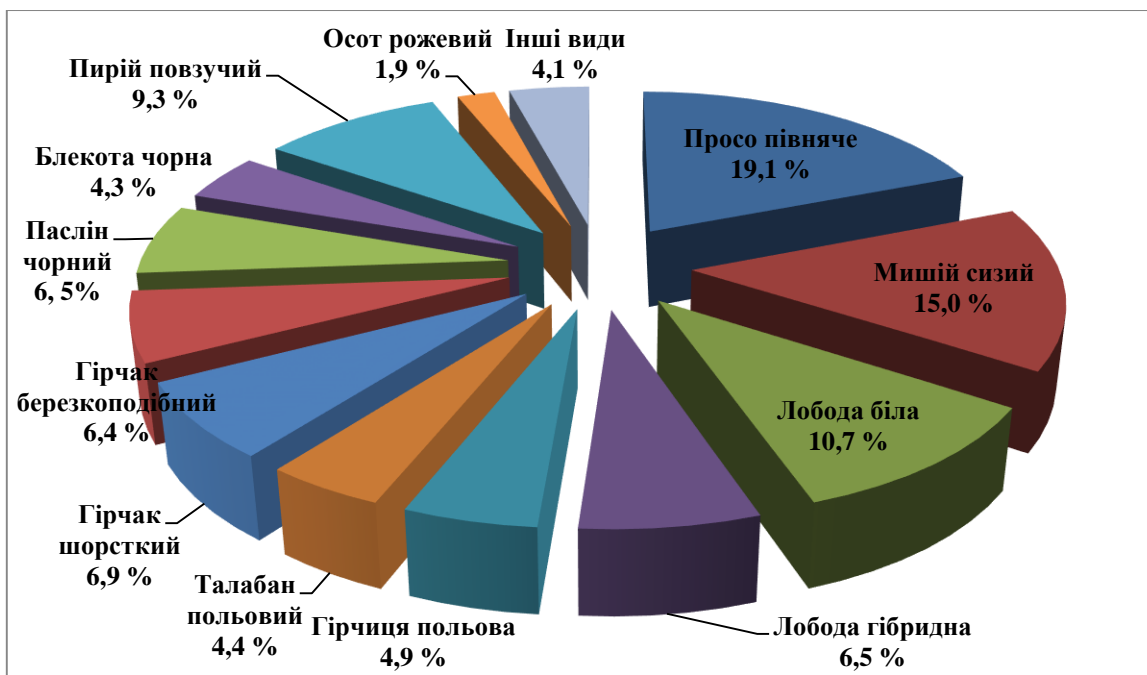


Рис. 3. Структура забур'янення верби енергетичної першого року вегетації (середнє за 2012–2016 рр.)

Сумарна ефективність міжрядних культивацій, з урахуванням часткової появи нових сходів бур'янів, за роки проведення досліджень становила 84,4 %. Найчутливішими до дії ґрунтообробних лап у міжряддях були рослини лободи білої (загинуло 88,1 % сходів), гірчака шорсткого (87,5 %), гірчиці польової (86,7 %), лободи гібридної (86,4 %), гірчака березкоподібного (84,9 %). Найменше знижували свою чисельність сходи багаторічників – осоту рожевого (83,9 %) та пирію повзучого (82,7 %).

Найвищий відсоток загибелі сходів після проведення послідовних обробіток сітчастою бороною зафіксовано в гірчака березкоподібного – 88,5 %, пасльону чорного – 87,9 %, мишію сизого – 87,6 %, проса півнячого – 87,6 %, талабану польового – 87,0 %, лободи білої – 86,8 % та інших видів.

Контролювання сходів бур'янів у міжряддях насаджень верби енергетичної за допомогою ручного послідовного зрізування їх наземних частин виявилось досить ефективним: загальне зниження чисельності рослин бур'янів становило 89,1 %.

Сумарне поглинання бур'янами сполук азоту (N) з ґрунту за вегетаційний період становило в середньому 127 кг/га. Найбільшу частку в структурі поглинання елемента мали рослини таких видів: лобода біла – 2,2 кг/га (17,3 %), паслін чорний – 20 кг/га (15,8 %), просо півняче – 12 кг/га (9,5 %), мишій сизий – 14,0 кг/га (11,0 %), гірчиця польова – 13 кг/га (10,2 %).

Застосування системи послідовних міжрядних культивацій у насадженнях верби енергетичної знижувало здатність бур'янів поглинати азот (N) на 42,5 %, тоді як системи послідовних обробіток сітчастими боронами – на 40,9 %. Проведення послідовних зрізувань знижувало здатність бур'янів формувати біомасу і поглинати сполуки азоту з ґрунту на 64,5 % порівняно з контролем.

Серед видів бур'янів, що були присутні в насадженнях культури першого

року вегетації, найбільша частка в структурі поглинання сполук фосфору (P_2O_5) з ґрунту належала рослинам лободи білої – 14,0 кг/га (16,1 %), пасльону чорного – 14,0 кг/га (16,1 %), мишію сизого – 10 кг/га (11,5 %), проса півнячого – 9,0 кг/га (10,3 %), гірчиці польової – 8,0 кг/га (9,2 %).

Проведення системи послідовних міжрядних культивацій сприяло зниженню здатності бур'янів поглинати сполуки фосфору з ґрунту у 2,4 раза. На ділянках із використанням системи послідовних обробітків міжрядь сітчастими боронами частина рослин бур'янів, що виживала в захисних зонах рядків та в міжряддях, поглинала в середньому 33 кг/га сполук елемента за вегетацію. Застосування системи послідовних зрізувань забезпечувало зниження величини поглинання фосфору у 2,7 раза порівняно з контролем.

На ділянках без проведення заходів захисту поглинання сполук калію бур'янами досягало 142 кг/га. Серед їх видів найбільшу частку в структурі поглинання елемента мали рослини лободи білої – 25,0 кг/га (17,6 %), пасльону чорного – 23 кг/га (16,2 %), мишію сизого – 15,0 кг/га (10,6 %), проса півнячого – 14 кг/га (9,8 %), гірчака шорсткого – 9,0 кг/га (6,3 %).

Захист культури за допомогою системи послідовних культивацій міжрядь знижував обсяги поглинання сполук калію у 2,3 раза, а обробітку міжрядь сітчастими боронами – у 2,5 раза. Проведення послідовних зрізувань бур'янів у міжряддях вручну зумовило зниження величини поглинання елемента у 2,8 раза порівняно з контролем.

Найвищі показники врожайності сухої біомаси (3,14 т/га), виходу твердого біопалива (3,46 т/га) та енергії (64,0 ГДж/га) отримано на контрольному варіанті, де впродовж вегетаційного періоду верби енергетичної проводили шість послідовних ручних прополювань, а найнижчі – на забур'яненому контролі (1,15 т/г, 1,26 т/га та 23,3 ГДж/га). Щодо варіантів застосування різних систем механічного захисту насаджень культури від бур'янів, то за рівнем формування продуктивних показників вони істотно не відрізнялися між собою і загалом давали змогу забезпечити досить високі їх значення: урожайність сухої маси – 2,52–2,60 т/га, вихід твердого біопалива – 2,77–2,86 т/га, енергії – 51,3–52,9 ГДж/га.

РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ НАСАДЖЕНЬ МІСКАНТУСУ ГІГАНТСЬКОГО ПЕРШОГО РОКУ ВЕГЕТАЦІЇ

Розроблення систем захисту на основі гербіцидів ґрунтової дії. У насадженнях міскантусу гігантського, де після садіння кореневищ вносили ґрунтовий гербіцид Фронт'єр Оптіма, 72 % к.е., загальне зниження чисельності бур'янів становило 72,6 %. Водночас на сході багаторічних видів бур'янів – осоту жовтого та рожевого – цей гербіцид помітної дії не мав. На ділянках насаджень, де застосовували гербіцид ґрунтової дії Дуал Голд, 96 % к.е., загальний рівень забур'янення становив 50 шт./м², або був меншим порівняно з контролем у 3,1 раза. Використання для захисту від бур'янів гербіциду ґрунтової дії Трофі, 90 % к.с. було ефективним для контролювання дводольних однорічних видів бур'янів – лободи білої та щиріці загнутої. Проведення

захисту насаджень за допомогою гербіциду Мерлін, 75 % в.г. виявилось достатньо ефективним в усі роки проведення досліджень. Гербіцид надійно контролював сходи наймасовіших однорічних злакових бур'янів. Зниження кількості сходів проса півнячого було 87 %, мишію сизого – 84 % від їх кількості на ділянках забур'яненого контролю.

Відповідно до особливостей схеми досліду мінімальний вихід твердого біопалива був отриманий на забур'яненому контролі – 0,88 т/га, а от застосування ґрунтових гербіцидів Фронт'єр Оптіма, 72 % к.е. (диметенамід-П), Дуал Голд, 96 % к.е. (S-метолахлор), Трофі, 90 % к.с. (ацетохлор), Мерлін, 75 % в.г. (ізоксафлютол, 750 г/л) та Нельсон, 50 % к.с. (прометрин) забезпечило збір твердого біопалива міскантусу гігантського на рівні 1,70–1,77 т/га, що було в межах похибки досліду.

Розроблення системи захисту від бур'янів на основі посходових гербіцидів. На ділянках досліду після застосування гербіциду Банвел 4S 480 SL, в.р.к кількість сходів бур'янів зменшилася до 19,2 шт./м², а ефективність захисної дії становила 81,4 %. За обприскування насаджень гербіцидом Діален Супер, 46,4 % в.р.к. у результаті наступних обліків виявлено 22,7 шт./м² бур'янів, ефективність захисних заходів – 75,7 %. Зниження чисельності сходів бур'янів на 95,0 % отримано на варіантах внесення МайсТер Пауер OD.

Застосування в насадженнях міскантусу гігантського гербіциду Пріма, с.е. забезпечувало загибель 90,5 % сходів гірчиці польової, 92,3 % рутки лікарської, 92,5 % фіалки польової, 92,9 % осоту жовтого, 96,0 % гірчака березковидного, 96,7 % осоту рожевого. Водночас, ефективність дії цього препарату проти сходів таких масових видів бур'янів як просо півняче та мишій сизий була вкрай низькою – 22,7 та 15,5 % відповідно. Високий загальний рівень зниження чисельності сходів бур'янів у насадженнях культури – 82,4 % отримано за обприскування насаджень міскантусу гігантського гербіцидом Тітус 25, в.г. Найчутливішими до його дії були сходи проса півнячого – 85,9 %, гірчака почечуйного – 86,0 %, мишію сизого – 87,5 %, гірчака березкоподібного – 90,9 %, осоту жовтого – 93,8 %, осоту рожевого – 94,1 %, рутки лікарської – 96,7 %, фіалки польової – 98,0 %.

Внесення гербіциду Мілагро 040 SC, к.е. також забезпечувало високу ефективність захисної дії – у середньому 88,0 %. Найвищу чутливість проявляли сходи талабану польового – 97,5 %, куколиці білої – 97,4 %, фіалки польової – 97,3 %, гірчака березкоподібного – 97,1 %, осоту рожевого – 96,2 %.

Застосування в насадженнях міскантусу гігантського всіх досліджуваних посходових гербіцидів для контролювання бур'янів дає змогу суттєво – удвічі порівняно із забур'яненим контролем – збільшити показники виходу твердого біопалива (1,72–1,89 т/га проти 0,92 т/га) (рис. 4), та, відповідно, й енергії (29,2–31,9 ГДж/га проти 15,6 ГДж/га).

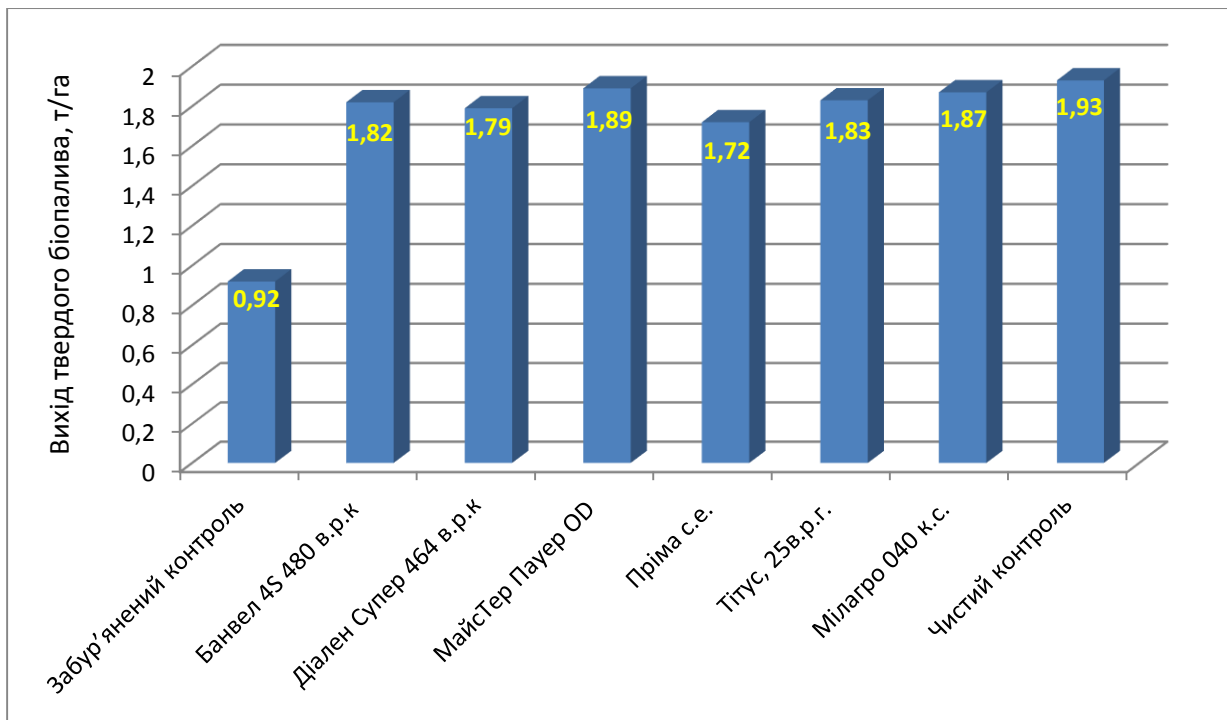


Рис. 4. Вихід твердого біопалива з біомаси міскантусу гігантського залежно від застосування посходових гербіцидів, середнє за 2012–2016 рр.

РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ВІД БУР'ЯНІВ НАСАДЖЕНЬ ВЕРБИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ПЕРШОГО РОКУ ВЕГЕТАЦІЇ

Розроблення систем хімічного очищення площ під закладання плантацій верби енергетичної. На ділянках майбутніх насаджень верби енергетичної станом на другу декаду травня були присутні сходи таких видів бур'янів: пирій повзучий – 17,1 шт./м² (14,7 % у структурі видів), пижмо звичайне – 14,4 шт./м² (12,9 %), хвощ польовий – 10,3 шт./м² (9,2 %), очерет південний (звичайний) – 10,3 шт./м² (10,2 %), кропива дводомна – 7,6 шт./м² (6,8 %). Серед однорічних видів наймасовішими були сходи лободи білої – 12,4 шт./м² (11,1 %), нетреби звичайної – 6,2 шт./м² (5,6 %).

На ділянках контролю загальна кількість сходів бур'янів (багато- та однорічні види) становила в середньому 116,3 шт./м². Застосування гербіциду суцільної дії Раундап Макс РК у середньому забезпечувало зниження чисельності сходів бур'янів на рівні 93,0 %. При цьому, загибель рослин багаторічників становила: пирію повзучого – 97,2 %, лопуха великого – 97,7 %, хвоща польового – 81,7 %, очерету південного – 83,7 %, кропиви дводомної – 94,1 %, осоту рожевого – 97,3 %

Застосування для очищення площ від багаторічних видів бур'янів гербіциду Діален Супер 464 SL, в.р.к. мало свої особливості. Наявність двох діючих речовин (2,4-Д, 344 г/л + дикамба, 120 г/л) розширювало спектр дії препарату на сходи бур'янів, проте не забезпечувало активної токсичної дії на злакові види, зокрема багаторічні. Рослини пирію повзучого в результаті не знижували своєї чисельності та не проявляли ознак пошкодження гербіцидом. Загибель рослин лопуха великого становила 92,3 %, хвоща польового – 78,4 %, осоту рожевого – 74,5 %, пижма звичайного – 83,9 %, кропиви дводомної –

80,6 %. Загальне зниження чисельності всіх бур'янів на ділянках становило 64,9 %.

Використання для контролювання сходів бур'янів бакової композиції Ланцелот 450, в.д.г. + Раундап Макс РК знижувало чисельність сходів пирію повзучого на 87,2 %, хвоща польового – на 57,0 %, пижма звичайного – на 96,2 %, кропиви дводомної – на 69,2 %, очерету південного (звичайного) – на 75,0 %; рослини видів осотів та лопуха великого відмирили повністю. Загальне зниження чисельності бур'янів на ділянках цього варіанту дослідів – 85,1 %.

Проведення обприскування баковою композицією гербіцидів Пріма, с.е. + Раундап Макс РК знижувало загальну чисельність бур'янової рослинності на 86,7 %. Зокрема, загибель сходів пирію повзучого становила 92,0 %, хвоща польового – 67,4 %, пижма звичайного – 89,9 %, кропиви дводомної – 74,1 %, лопуха великого і видів осотів – повне відмирання.

Ефективність повторного застосування Раундап Макс, 55,1 % в.р. на сходи багаторічників була високою. Загибель рослин пирію повзучого була 85,7 %, хвоща польового – 96,8 %, пижма звичайного – 94,1 %, кропиви дводомної – 83,3 %, очерету південного – 78,1 %, а сходи однорічних видів відмирили повністю. Загальне зниження рівня забур'яненості ділянок – 94,2 %.

Повторне обприскування гербіцидом Діален Супер 464 SL було менш ефективним, насамперед через обмеженість впливу цього препарату на багаторічні види злакових бур'янів. Чисельність рослин хвоща польового зменшувалася на 72,7 %, осоту рожевого – на 86,7 %, осоту жовтого – на 84,6 %, пижма звичайного – на 97,1 %, кропиви дводомної – на 94,1 %. Загальне зниження присутності рослин бур'янів становило 43,4 %, або 27,4 шт./м².

Застосування для повторного обприскування композиції Ланцелот 450, ВГ + Раундап Макс РК забезпечувало рівень захисної дії, близький до показників попереднього варіанту. Сходи однорічних видів бур'янів відмирили повністю, пирію повзучого знижували свою присутність на 92,1 %, хвоща польового – на 62,8 %, кропиви дводомної – на 96,6 %, очерету південного – на 77,8 %. Загальне зниження чисельності сходів багаторічних видів бур'янів становило в середньому 86,4 %.

Використання для повторного обприскування бакової композиції гербіцидів Пріма, с.е. + Раундап Макс РК було досить ефективним. Присутність сходів пирію повзучого зменшувалася на 95,7 %, хвоща польового – на 75,0 %, пижма звичайного – на 96,9 %, кропиви дводомної – на 84,6 %, очерету південного – на 94,7 %.

У разі застосування агротехнічної схеми контролювання сходів бур'янів (послідовно виконано три послідовні культивування) сходи лободи білої і нетреби звичайної гинули повністю. Зниження чисельності сходів рослин пирію повзучого було 43,5 %, лопуха великого – 66,7 %, хвоща польового – 46,7 %, осоту жовтого – 57,4 %, осоту рожевого – 66,7 %, пижма звичайного – 48,7 %, кропиви дводомної – 53,7 %, очерету південного – 42,5 %. Загальне зниження чисельності бур'янів на час проведення обліків становило в середньому 58,5 %.

На ділянках варіанту, де проводили обприскування гербіцидом Раундап Макс, в.р.к. урожайність сухої біомаси верби енергетичної була 2,43 т/га, тобто

максимальною в досліді. Відповідно і вихід твердого біопалива та енергії теж були найбільшими. На ділянках обприскування гербіцидом Діален Супер 464, в.р.к. урожайність сухої маси становила 2,17 т/га, а вміст енергії – 44,29 ГДж/га. На ділянках, де проводили заходи з обприскування гербіцидами Ланцелот 450, в.р.г. + Раундап Макс, в.р.к. урожайність сухої біомаси верби енергетичної першого року життя становила 2,36 т/га, тобто достовірно не відрізнялася від показників варіанту, де застосовували лише Раундап Макс. Те ж саме стосується й виходу твердого біопалива та енергії з одиниці площі (табл. 3).

Таблиця 3

Довжина пагонів, урожайність сухої біомаси, вихід біопалива та енергії залежно від систем хімічного очищення площ під закладання плантацій верби енергетичної, середнє за 2013–2017 рр.

Варіант	Довжина пагонів, см	Урожайність сухої маси, т/га	Вихід твердого біопалива, т/га	Вихід енергії, ГДж/га
1	73	1,11	1,24	22,87
2	120	2,43	2,70	49,95
3	107	2,17	2,39	44,29
4	118	2,36	2,60	48,14
5	117	2,35	2,59	48,01
6	105	2,16	2,40	44,36
НІР _{0,05}	9	0,11	0,12	2,3

Примітка. 1. Забур'янений контроль; 2. Раундап Макс РК; 3. Діален Супер 464 SL, в.р.к.; 4. Ланцелот 450, в.д.г. + Раундап Макс РК; 5. Пріма, с.е. + Раундап Макс, в.р.к.; 6. Механічне контролювання бур'янів.

На варіанті, де проводили обприскування гербіцидами Пріма с.е. + Раундап Макс, в.р.к., вихід біопалива з рослин верби енергетичної становив 2,59 т/га, енергії – 48,01 ГДж/га, тоді як застосування механічного контролювання сходів багаторічних видів бур'янів дало змогу отримати лише 2,40 т/га за енергетичного еквіваленту 44,36 ГДж/га.

Ефективність хімічних прийомів контролювання бур'янів у насадженнях верби енергетичної першого року вегетації. Пошуки гербіцидів, що контролюють дводольні види бур'янів і проявляють селективність до молодих рослин верби не принесли позитивних результатів. За відсутності біохімічного захисту в тканинах рослин культури, слід створювати морфологічний (зовнішній) захист її молодих рослин від дії гербіцидів за допомогою ізолювання нижньої частини живців від контакту з верхнім шаром ґрунту з гербіцидом.

У результаті захисної дії ґрунтового гербіциду Стомп 330, к.е. (варіант 2) загальне зниження чисельності сходів однорічних видів бур'янів порівняно з контролем становило 79,3 %, зокрема за деякими видами: просо півняче – 63,6 %, мишій сизий – 69,6 %, гірчиця польова – 88,1 % гірчак шорсткий – 98,3 %, лобода гібридна – 94,6 %. Загальний рівень ефективності захисної дії ґрунтового гербіциду Зенкор 70, ВГ у насадженнях молодих рослин верби енергетичної з механічним захистом (селективністю) до дії препарату становила 74,3 %. Обприскування молодих насаджень культури грамініцидом

Пантера, к.е. (варіант 4) забезпечило надійне контролювання сходів злакових бур'янів: проса півнячого, мишію сизого та пирію повзучого. Дію грамініцидів, що спеціалізовані на блокуванні ферментів, які властиві лише злаковим видам, верба витримує.

У насадженнях верби енергетичної, де проводили механічне контролювання сходів бур'янів у міжряддях за допомогою трьох послідовних культивувань на глибину 8–10 см з інтервалом 20 діб, загальна чисельність бур'янів становила 17,1 шт./м². Максимальні показники зниження кількості бур'янів були в таких видів, як: гірчак шорсткий – 87,8 %, лобода біла – 87,0 %, гірчак березкоподібний – 84,9 % та просо півняче – 84,1 %.

На ділянках забур'яненого контролю (варіант 1) рослини культури в середньому формували річні пагони довжиною 76 см та мінімальні параметри врожайності, виходу твердого біопалива та енергії. Здійснення заходів захисту, що включали в себе застосування весною поточного року гербіциду ґрунтової дії Стомп 330, к.е. перед садінням здерев'янілих живців, забезпечувало ефективне контролювання небажаної рослинності. Накопичення маси бур'янів у насадженнях верби енергетичної було досить помірним, тож відповідно й рівень їх конкуренції за чинники життя був невисоким. Молоді рослини культури формували в середньому пагони завдовжки 147 см. На цьому варіанті було отримано максимальні по досліді показники продуктивності верби енергетичної: урожайність сухої маси – 2,81 т/га, вихід твердого біопалива – 3,12 т/га, енергії – 57,84 ГДж/га.

Застосування ґрунтового гербіциду Зенкор 70, ВГ забезпечувало отримання річних приростів пагонів на рівні 145 см. Щодо параметрів урожайності сухої маси, виходу сухого палива та енергії не значно відрізнялися від показників варіанта № 2 (у межах НІР_{0,05}).

Проведення в рік садіння живців верби енергетичної обприскування сходів бур'янів грамініцидом Пантера, к.е. зумовило позитивний вплив на молоді рослини культури, проте він був меншим порівняно з попередніми варіантами. Довжина річних приростів пагонів верби енергетичної на ділянках варіанта 4 становила 118 см, а урожайність сухої біомаси 1,77 т/га (табл. 4).

Таблиця 4

Довжина пагонів, урожайність сухої біомаси, вихід біопалива та енергії залежно від систем хімічного очищення площ під закладання плантацій верби енергетичної, середнє за 2013–2017 рр.

Варіант	Довжина пагонів, см	Урожайність сухої маси, т/га	Вихід твердого біопалива, т/га	Вихід енергії, ГДж/га
1	76	1,13	1,25	23,19
2	147	2,81	3,12	57,84
3	145	2,71	2,98	55,20
4	118	1,77	1,95	36,13
5	117	2,24	2,47	45,80
НІР _{0,05}	3	0,11	0,15	2,81

Примітка. 1. Забур'янений контроль; 2. Стомп 330, к.е.; 3. Зенкор 70, в.г.; 4. Пантера, к.е; 5. Механічне контролювання бур'янів.

Механічне контролювання сходів багаторічних видів бур'янів (три послідовні суцільні культивації на глибину 8–10 см із інтервалом 20 діб) (варіант 5) забезпечувало формування рослинами верби енергетичної першого року вегетації 2,24 т/га сухої біомаси, або ж 2,47 т/га біопалива, що, зрештою, відповідало 45,80 ГДж/га енергії.

Розроблення екологічних систем захисту від бур'янів насаджень верби енергетичної першого року вегетації. На ділянках варіанту 2 насаджень верби енергетичної першого року вегетації для захисту від бур'янів вкривали шаром деревної тирси (завтовшки 3 см). Тирса добре попускала повітря і воду до ґрунту, проте позбавляла проростки бур'янів, що виходили на поверхню ґрунту, енергії світла. Переважна більшість однорічних видів бур'янів, як відомо, формує насіння малих розмірів і переважно проростає з глибини 0–5 см.

Використання як мульчі в насадженнях верби енергетичної подрібненої соломи пшениці озимої шаром 5 см суттєво впливало на процеси забур'янення. У різних видів бур'янів частка рослин, що змогла пробитися через такий шар мульчі, була неоднаковою. Зокрема, у лободи білої за таких умов в середньому проростало 2,0 шт./м², або 15,9 %, лободи гібридної – 0,7 шт./м², або 13,2 %, щириці загнутої – 0,9 шт./м², або 6,7 %, гірчака почечуйного – 0,7 шт./м², або 10,4 %, проса півнячого – 6,4 шт./м², або 24,1 % від загальної кількості сходів на ділянках насаджень контрольного варіанта 1.

Збільшення шару мульчі з подрібненої соломи до 10 см (варіант 4) істотно ускладнювало можливості для успішного виходу на поверхню поля практично всім присутнім у насадженнях видам однорічних бур'янів. Загальне зниження кількості сходів бур'янів на ділянках цього варіанту становило 96,2 %, тобто було на рівні, яким традиційно оцінюють дію високоефективних гербіцидів (95 %).

На ділянках із використанням шару мульчі з подрібненої соломи товщиною 15 см (варіант 5) ефективність контролювання сходів бур'янів була високою: загальне зниження їх кількості становило 99,5 %.

Ефективним було й екранування поверхні ґрунту в насадженнях верби синтетичної чорною плівкою (варіант 6). Загальне зниження рівня забур'яненості насаджень культури становило 96,5 %.

Використання для захисту від бур'янів насаджень культури темного агроволокна (варіант 7) забезпечувало зниження чисельності сходів бур'янів на рівні 96,6 %.

Цілком закономірним є те, що мінімальні параметри продуктивності верби було отримано на варіанті 1, тоді як на варіанті 2, де наносили шар деревної тирси шаром 3 см, рослини утворювали 2,64 т/га сухої маси, що в енергетичному еквіваленті відповідало 54,26 ГДж/га (табл. 5).

Урожайність сухої маси, вихід біопалива та енергії за різних екологічних систем захисту верби енергетичної, середнє за 2013–2017 рр.

Варіант	Урожайність сухої маси, т/га	Вихід твердого біопалива, т/га	Вихід енергії, ГДж/га
1	1,08	1,19	22,11
2	2,64	2,93	54,26
3	2,25	2,47	45,78
4	2,91	3,20	59,30
5	3,07	3,38	62,69
6	2,92	3,22	59,60
7	2,92	3,22	59,67
НІР _{0,05}	0,12	0,14	1,30

Примітка. 1. Контроль; 2. Мульчування тирсою шаром 3 см; 3. Мульчування подрібненою соломною шаром 5 см; 4. –//– шаром 10 см; 5. –//– шаром 15 см; 6. Екранування поверхні ґрунту синтетичною чорною плівкою; 7. –//– чорним агроволокном.

Меншу продуктивність (порівно з попереднім варіантом) забезпечував варіант 3, де наносили шар мульчі з подрібненої пшеничної соломи товщиною 5 см. Так, вихід твердого біопалива верби енергетичної був 2,47 т/га, а вихід енергії – 45,78 ГДж/га.

Варіант 4, де наносили шар мульчі з подрібненої пшеничної соломи товщиною 10 см, та варіанти 6 і 7, де перед садінням живців верби енергетичної створювали екран з чорної синтетичної плівки та з чорного агроволокна відповідно, були подібними в плані основних закономірностей формування показників збору сухої речовини, біопалива та виходу енергії.

Найвищі ж показники продуктивності по досліді зафіксовано у варіанті 5, де після висаджування живців наносили шар мульчі з подрібненої пшеничної соломи товщиною 15 см. Так, урожайність сухої маси верби становила 3,07 т/га, вихід біопалива – 3,38 т/га, енергії – 62,69 ГДж/га.

**АПРОБАЦІЯ СИСТЕМ ЗАХИСТУ НАСАДЖЕНЬ
БАГАТОРІЧНИХ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР
У ПЕРШІЙ РІК ЇХНЬОЇ ВЕГЕТАЦІЇ ВІД БУР'ЯНІВ**

Схема закладання апробаційних насаджень *міскантусу гігантського* включала кращі варіанти, відібрані за результатами проведених у 2012–2016 рр. польових дослідів: 1. Насадження без присутності бур'янів (чистий контроль); 2. Насадження без проведення заходів захисту від бур'янів (забур'янений контроль); 3. Насадження з проведенням трьох послідовних міжрядних культивувань з інтервалом 15 діб; 4. Насадження із застосуванням гербіциду МайсТер Пауер (норма витрати – 150 г/га) у фазі кушіння рослин культури.

Відразу ж варто відзначити той факт, що врожайність міскантусу гігантського першого року вегетації абсолютно не дає змоги компенсувати затрати, понесені на закладання його плантації. А отже, економічну

ефективність вирощування ми рахували, спираючись на дані виходу біопалива з одиниці площі за всі три роки апробації.

Застосування ручної праці для утримання в чистому стані насаджень міскантусу гігантського першого року вегетації не дало змоги отримати в кінцевому підсумку добрі показники умовно чистого прибутку на одиницю площі. А от варіант забур'яненого контролю за три роки вегетації рослин не дав сформуванню врожайності, достатню для повної окупності затрат – збиток становив 5,4 тис. грн/га.

З економічного погляду, кращим був варіант, де для захисту насаджень від бур'янів застосовували гербіцид МайсТер Пауер. На ньому за три роки вегетації насаджень міскантусу гігантського отримано умовно чистий прибуток 28,7 тис. грн/га.

Схема закладання апробаційних насаджень *верби енергетичної* включала кращі варіанти, відібрані за результатами проведених у 2012–2016 рр. польових дослідів: 1. Насадження без присутності бур'янів (чистий контроль); 2. Насадження без проведення заходів захисту від бур'янів (забур'янений контроль); 3. Насадження з проведенням трьох послідовних міжрядних культивувань з інтервалом 15 діб; 4. Насадження спеціально підготовлених живців верби енергетичної із застосуванням гербіциду ґрунтової дії Стомп, який внесений до садіння верби. 5. Насадження верби енергетичної, вкриті після садіння шаром подрібненої соломи пшениці озимої (мульчі) завтовшки 12–15 см.

За аналогією з насадженнями міскантусу гігантського, також варто зауважити, що врожайність першого року вегетації абсолютно не дає змоги компенсувати затрати, понесені на закладання плантації верби енергетичної. А отже, економічну ефективність вирощування ми рахували, спираючись на дані виходу твердого біопалива з одиниці площі за всі три роки апробації.

Варіант досліду № 1 із чистими насадженнями верби енергетичної, через використання великої кількості ручної праці по догляду за рослинами першого року вегетації, виявився не самим кращим за показниками умовного чистого прибутку на одиницю площі. А от варіант забур'яненого контролю за три роки вегетації рослин не дав змоги сформуванню врожайності, достатню для повної окупності затрат, і збиток становив 44 грн/га.

З економічного погляду кращим був варіант, де для захисту насаджень від бур'янів застосовували гербіцид Стомп. На ньому за три роки вегетації насаджень верби енергетичної отримано умовно чистий прибуток 29,7 тис. грн/га.

А от варіант використання як захисту від бур'янів шару подрібненої соломи пшениці озимої (мульчі) завтовшки 12–15 см був далеко не на першому місці. Передусім це пов'язано не тільки з тим, що солома додає додаткових затрат на одиницю площі поля, а й з ручною працею, потрібною для додаткового її розстилання по поверхні поля. Так, за три роки вирощування верби енергетичної на цьому варіанті умовно чистий прибуток становив 27,7 тис. грн/га, тобто цей варіант поступався лише гербіцидній технології захисту насаджень верби.

ВИСНОВКИ

1. У дисертації викладено теоретичне узагальнення та нове вирішення наукової проблеми – специфіки процесів забур'янення насаджень багаторічних біоенергетичних культур і біологічних особливостей видів бур'янів та їхньої реакції на індуковані стреси різної природи – хімічні й механічні. Отримано нові оригінальні знання щодо аспектів життя бур'янів різних видів на початкових етапах їхньої вегетації. Установлено особливості їхньої реакції на індуковані дис-стреси, на основі яких науково-обґрунтовано і розроблено нові способи захисту насаджень міскантусу гігантського та верби енергетичної першого року вегетації від бур'янів в умовах Лісостепу України.

2. Установлено, що видовий склад бур'янів у насадженнях міскантусу гігантського та верби енергетичної був подібним. Зокрема, у насадженнях міскантусу гігантського видове різноманіття бур'янів охоплювало 34 види, з них із класу Однодольні – Liliopsida – 5 видів і класу Дводольні – Magnoliopsida – 29 видів. А от у насадженнях верби енергетичної були представлені 6 видів класу Однодольні і 30 видів класу Дводольні.

3. Досліджено, що чисельність бур'янів у насадженнях міскантусу гігантського в роки проведення досліджень найінтенсивніше наростала в період від другої декади травня до першої декади червня, максимальна кількість бур'янів у насадженнях була 122,3 шт./м². А от у насадженнях верби енергетичної найвища інтенсивність сходів була в період від першої декади травня до першої декади липня, найбільша чисельність бур'янів у середньому становила 170,8–175,6 шт./м². Що вказує на вищий рівень конкурентної здатності молодих рослин міскантусу гігантського порівняно з насадженнями верби енергетичної першого року вегетації.

4. Величина формування маси бур'янів у насадженнях міскантусу гігантського була в середньому 2906 г/м², у насадженнях верби енергетичної – 3548,3 г/м², що вказує на менш сприятливі умови вегетаційного періоду для рослин бур'янів у насадженнях міскантусу гігантського першого року вегетації.

5. Насіннева продуктивність рослин бур'янів у насадженнях міскантусу гігантського і верби енергетичної була неоднаковою, що підтверджує відсутність оптимальних умов їхньої вегетації. Найбільше насіння у насадженнях міскантусу гігантського формували: щиріця звичайна – 332 тис. шт./рослину, лобода біла – 67,1 тис., осот рожевий – 24,0 тис., осот жовтий – 21,0 тис., паслін чорний – 19,8 тис., гірчиця польова – 15,4 тис. шт./рослину. Найвищі середні показники насінневої продуктивності на насадженнях верби енергетичної було зафіксовано в рослин блекоти чорної – 404,5 тис. шт./рослину, лободи білої – 92,1 тис. шт./рослину, пасльону чорного – 29,4 тис., осоту рожевого – 23,2 тис., гірчиці польової – 17,1 тис., гірчака шорсткого – 9,0 тис., мишію сизого – 5,2 тис. шт./рослину.

6. Присутність бур'янів у насадженнях міскантусу гігантського першого року вегетації негативно впливала на рівень урожайності культури. Так, у чистих насадженнях потенційно можливим є вихід сухої біомаси 1,82 т/га, або ж відповідно твердого біопалива 2,00 т/га та виходу енергії 33,9 ГДж/га. А от за

присутності впродовж 60-ти діб бур'янів у насадженнях міскантусу вихід твердого біопалива знижується до 1,43 т/га, що відповідає вмісту 24,3 ГДж/га енергії. Варіанти з присутністю бур'янів у насадженнях міскантусу 120 та більше діб забезпечували формування врожайності сухої біомаси вполовину менше від оптимальних показників.

7. Досліджено, що збільшення тривалості спільної вегетації з бур'янами в перший рік до 60 діб призвело до зниження врожайності верби першого року використання до рівня 4,12 т/га, що на 1,68 т/га менше чистого контролю. Переломним моментом у спільній вегетації верби енергетичної з бур'янами є 90 діб вегетаційного періоду. Так, за цього часового проміжку врожайність верби зменшилася на 3,25 т/га порівняно з контрольним чистим варіантом і подальше збільшення тривалості спільної вегетації незначно змінювало цей показник.

8. Установлено, що максимальну врожайність сухої маси рослини міскантусу гігантського другого року вегетації формують на варіанті без бур'янів у перший рік вирощування – 9,01 т/га. Досить близьким за продуктивністю є і варіант із мінімальною присутністю бур'янів. На цих варіантах отримано відповідно і максимальний вихід біопалива – 9,79–9,91 т/га та енергії – 166,0–167,99 ГДж/га. А от за максимальної присутності бур'янів у перший рік вегетації врожайність сухої біомаси міскантусу гігантського другого року вегетації становила 6,12 т/га, вихід твердого біопалива – 6,73 т/га, а вихід енергії – 113,38 ГДж/га.

За результатами вивчення рослин міскантусу гігантського третього року вегетації встановлено, що вони формували врожайність сухої біомаси 12,70–8,37 т/га, вихід біопалива 13,97–9,21 т/га та відповідно вихід енергії на рівні 236,79–155,07 ГДж/га. Тобто вищезазначені показники для контрольного варіанту та тривалості спільної вегетації від 30 до 60 діб практично достовірно не відрізняються між собою і лише тривала вегетація з бур'янами (120–150 діб) все одно знижує продуктивність насаджень міскантусу гігантського на третій рік їхньої вегетації.

9. Незважаючи на ефективність боротьби енергетичної верби за чинники живлення, на другий рік вегетації, рослини забур'яненого впродовж першого року варіанту (150 діб) не змогли ефективно відрости і їхні параметри продуктивності майже вдвічі були меншими порівняно із чистим контролем.

За аналогією з даними другого року вегетації, можна стверджувати, що рослини, які вегетували в перший рік без присутності бур'янів, формують максимальні показники врожайності і на третій рік вегетації. А от на забур'яненому контролі енергетична верба забезпечила утворення 6,93 т/га біопалива з виходом енергії на рівні 128,2 ГДж/га. А отже, значне забур'янення впродовж першого року вегетації не дає змоги навіть на третій рік вегетації сформувати співвідносні з чистими варіантами досліду прирости біомаси.

10. Застосування механічних прийомів контролювання сходів бур'янів у насадженнях міскантусу гігантського першого року вегетації за своєчасного і системного їх виконання є достатньо ефективним. З урахуванням збереження сходів бур'янів у захисних зонах рядків, зниження чисельності дикої рослинності становило від 80,0 % (система послідовних міжрядних

культивувацій) до 87,0 % (система послідовних міжрядних зрізувань). Так, використання системи міжрядних культивувацій знижувало величину формування маси бур'янів у 4,0 рази, система міжрядних боронувань сітчастими боронами – у 4,5 рази, система послідовних зрізувань сходів у міжряддях знижувала масу в 6,2 рази порівняно з величиною максимального накопичення – 2616 г/м².

11. Досліджено, що застосування механічних прийомів контролювання сходів бур'янів у насадженнях верби енергетичної першого року вегетації є достатньо ефективним. З урахуванням збереження сходів бур'янів у захисних зонах рядків, зниження чисельності дикої рослинності становило від 84,4 % (система послідовних міжрядних культивувацій) до 89,1 % (система послідовних міжрядних зрізувань). Так, використання системи міжрядних культивувацій знижувало величину формування маси бур'янів у 2,9 рази, система міжрядних боронувань сітчастими боронами – у 3,1 рази, система послідовних зрізувань сходів у міжряддях знижувала масу в 3,4 рази порівняно з величиною максимального накопичення – 3854 г/м².

12. Величина поглинання бур'янами в процесі їх вегетації в насадженнях міскантусу гігантського сполук мінерального живлення становила: N – 102,9 кг/га, P₂O₅ – 65,7 кг/га, K₂O – 114,4 кг/га. Застосування систем механічного захисту знижували обсяги поглинання сполук мінерального живлення бур'янами: N – від 4,4 до 6,4 рази; P₂O₅ від 4,3 до 6,1 рази; K₂O від 4,4 до 6,4 рази.

Обсяги поглинання бур'янами сполук мінерального живлення в насадженнях верби енергетичної в результаті проведення захисних заходів зменшувалися: сполук азоту (N) від 127 до 45 кг/га, або на 64,6 %; сполук фосфору (P₂O₅) від 87 до 32 кг/га, або на 63,2 %; сполук калію (K₂O) від 142 кг/га до 50 кг/га, або на 64,8 %.

13. За проведення системи послідовних міжрядних культивувацій отримано середню врожайність міскантусу першого року вирощування на рівні 1,70 т/га, за послідовних міжрядних боронувань навісними сітчастими боронами – 1,72 т/га, а за системи послідовних зрізувань сходів бур'янів рослини міскантусу формували 1,74 т/га сухої біомаси.

За проведення системи послідовних міжрядних культивувацій отримано середню врожайність верби енергетичної першого року вирощування на рівні 2,52 т/га, за послідовних міжрядних боронувань навісними сітчастими боронами – 2,55 т/га а за системи послідовних зрізувань сходів бур'янів рослини міскантусу сформували 2,60 т/га сухої біомаси. Урожайність досліджуваних варіантів була в межах допустимих відхилень найменшої істотної різниці досліду.

14. Гербіциди ґрунтової дії є ефективним засобом контролювання однорічних видів бур'янів у насадженнях міскантусу гігантського. Установлено, що за показником ефективності захисної дії гербіциди правомірно розмістити в такій послідовності: Нельсон 500 КС – 79,5 %, Мерлін 750 ВРГ – 74,9 %, Фронт'єр Оптіма КЕ – 71,3 %, Трофі 90 КЕ – 67,2 %, Дуал Голд 960 КЕ – 66,0 %. Захисна дія препаратів тривала 30–40 діб після внесення, а зниження

здатності бур'янів формувати масу в результаті дії ґрунтових препаратів було в межах 67,6–79,7 %.

15. Застосування гербіцидів ґрунтової дії забезпечувало збереження врожайності на рівні від 342,5 до 356,8 г/м², що рівнозначно виходу біопалива 1,70–1,77 т/га або вмісту енергії 28,8–30,0 ГДж/га. Кращими варіантами досліду були варіанти використання гербіцидів Мерлін 750, в.р.г. та Нельсон, к.с.

16. Установлено, що серед посходових гербіцидів у насадженнях міскантусу гігантського найвищий рівень ефективності захисної дії проявили препарати МайсТер Пауер OD і Мілагро 040 SC, к.с. Зниження чисельності сходів бур'янів у результаті їхньої дії було 95,0 і 88,0 % відповідно.

17. Установлено, що на насадженнях міскантусу гігантського, де у фазі кушіння проведено обприскування гербіцидом МайсТер Пауер OD рослини культури утворили площу листя 3,54 тис. м²/га, а бур'яни загалом – 2,20 тис. м²/га, що було найменше по досліду. А в насадженнях, де у фазу кушіння проведено обприскування гербіцидом Мілагро 040, к.с., максимальні показники площі листя були в міскантусу – 3,85 тис. м²/га, серед бур'янів – у лободи білої – 3,84 тис. м²/га.

18. Найвищий рівень урожайності сухої біомаси міскантусу гігантського був у насаджень із використанням гербіцидів МайсТер Пауер OD – 1,71 т/га і Мілагро 040 SC, к.с. – 1,70 т/га, або 98,0 та 97,0 % відповідно від максимально можливого рівня в дослідах.

19. Установлено, що на ділянках, де застосування заходів очищення ділянок під закладання насаджень верби енергетичної не проводили загальна кількість бур'янів була 137,7 шт./м², а от найбільш численними були: пирій повзучий – 20,1 шт./м², лобода біла – 15,9, пижмо звичайне – 15,9, очерет південний – 13,5, хвощ польовий – 11,3 шт./м². А от на ділянках, де проводили обприскування гербіцидом Раундап Макс, в.р.к. (гліфосату калійна сіль, 551 г/л) у нормі витрати 6 л/га загальна кількість бур'янів була 27,1 шт./м², а максимальні значення в лободи білої – 7,3 шт./м², нетреби звичайної – 4,0, очерету південного – 3,7, хвоща польового – 3,5 шт./м².

20. Досліджено, що на ділянках варіанту, де застосування заходів контролювання сходів багаторічних бур'янів не проводили висота рослин була мінімальною 73 см, а врожайність становила 1,11 т/га сухої маси. На ділянках, де проводили обприскування гербіцидом Раундап Макс, в.р.к. (гліфосату калійна сіль, 551 г/л) у нормі витрати 6 л/га врожайність сухої біомаси була 2,43 т/га, тобто максимальною в досліді, відповідно і вихід твердого біопалива та енергії теж були найбільшими.

21. Визначено, що проведення заходів захисту, що включали в себе застосування весною поточного року гербіциду ґрунтової дії Стомп 330, к.е. перед посадкою здерев'янілих живців, забезпечувало ефективний рівень контролювання небажаної рослинності. Накопичення маси бур'янів у насадженнях верби енергетичної було досить помірним. Відповідно і рівень конкуренції бур'янів за чинники життя був невисоким. Молоді рослини культури формували в середньому пагони завдовжки 147 см. На цьому варіанті була отримана максимальна по досліду врожайність верби енергетичної –

2,81 т/га та вихід енергії – 57,84 ГДж/га.

22. Установлено, що кількість бур'янів та їхня маса корелюють із товщиною шару мульчі й отримані нами коефіцієнти кореляції від'ємні та такі, що мають дуже сильну тісноту зв'язку $r = -0,94$ та $-0,97$ відповідно. Ознаки довжини пагонів верби та товщина шару мульчі на насадженнях верби першого року мають позитивну дуже сильну кореляційну залежність – $r = 0,97$.

23. Досліджено, що варіант, де наносили шар мульчі з подрібненої пшеничної соломи товщиною 10 см, та варіант, де перед садінням живців верби енергетичної створювали екран із чорної синтетичної плівки і де перед посадкою живців верби енергетичної створювали екран із чорного агроволокна були подібними в плані основних закономірностей збору сухої речовини, біопалива та виходу енергії. А от кращими по досліді виявилися ділянки насаджень верби енергетичної, де після проведення посадки живців наносили шар мульчі з подрібненої пшеничної соломи завтовшки 15 см. Так, урожайність сухої маси верби була 3,07 т/га, збір біопалива – 3,38 т/га а вихід енергії – 62,69 ГДж/га.

24. Встановлено, що для закладання плантацій міскантусу гігантського кращим як з економічного, так і енергетичного погляду був варіант застосування для захисту насаджень від бур'янів гербіциду МайсТер Пауер, який забезпечував рівень умовно чистого прибутку 28,7 тис. грн/га, вихід енергії 436,7 ГДж/га та коефіцієнт енергетичної ефективності 9,18.

Насадження верби енергетичної, де в перший рік проводили висаджування спеціально підготовлених живців із застосуванням гербіциду ґрунтової дії Стомп, забезпечували вищі показники економічної ефективності й умовно чистий прибуток був 29,7 тис. грн/га, збір енергії – 399,9 ГДж/га. А от максимальний збір енергії з урожаєм був у насадженнях верби енергетичної, які в перший рік вегетації були вкриті шаром подрібненої соломи пшениці озимої (мульчі) завтовшки 12–15 см.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення ефективності захисту від бур'янів насаджень багаторічних біоенергетичних культур першого року вегетації рекомендуємо:

У насадженнях міскантусу гігантського (*Miscanthus giganteus*)

1. До появи сходів рослин культури провести обприскування ґрунту одним із гербіцидів: Мерлін 750, в.г у нормі витрати 0,15 кг/га; Нельсон, 50 % к.с. у нормі витрати 3,0 л/га.

2. Під час вегетації культури з урахуванням специфіки забур'яненості (фаза кушіння) для захисту від бур'янів провести обприскування одним із таких гербіцидів: МайсТер Пауер OD – 1,5 л/га; Мілагро 040SC – 1,25 л/га.

3. За неможливості застосування гербіцидів (близькість водойм, селітебні території і т.ін.) для контролювання сходів бур'янів у насадженнях міскантусу гігантського застосовувати агротехнічні (механічні) прийоми: систему трьох послідовних міжрядних культивувань з інтервалом 15 діб.

У насадженнях верби енергетичної (*Salix viminalis*)

1. *Підготовка поля до садіння верби.* Восени поверхню ґрунту обробити лушпильником на глибину 6–8 см і через 12 діб дисковою бороною на глибину 10–12 см. Після відростання багаторічних видів бур'янів (через 20 діб) площу обприскати робочою рідиною з однією із бакових композицій: Раундап Макс РК у нормі витрати 6,0 л/га; Ланцелот 450, ВГ + Раундап Макс РК у нормі витрати 20 г/га + 3,0 л/га; Пріма, с.е. + Раундап Макс РК у нормі витрати 0,4 л/га + 3,0 л/га.

2. *Навесні до садіння живців верби енергетичної* провести обприскування ґрунту одним із гербіцидів: Зенкор 70, ВГ у нормі витрати 1,5 л/га; Стомп 330, к.е. в нормі витрати 5,0 л/га; перед садінням живців верби енергетичної їхню нижню частину обробити речовиною, що ізолює їх від безпосереднього контакту з верхнім шаром ґрунту.

3. *Під час вегетації* (фаза кушіння в злакових видів бур'янів) проводити обприскування насаджень грамініцидом Пантера, 40 % к.е. в нормі витрати 2,0 л/га.

4. *За умов неможливості використання гербіцидів* (близькість водойм, селітебні території і т.ін.) для контролювання сходів бур'янів у насадженнях верби енергетичної першого року вегетації застосовувати екологічні прийоми захисту: екранування поверхні ґрунту шаром подрібненої пшеничної соломи завтовшки 10–15 см; екранування поверхні ґрунту синтетичною чорною плівкою та чорним агроволокном.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях України

1. **Макух Я. П.,** Ременюк С. О. Ефективність дії гербіцидів у посівах міскантусу першого року життя. *Карантин і захист рослин.* 2016. № 2–3. С. 24–26. (проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

2. **Макух Я. П.,** Ременюк С. О. Особливості видового складу та специфіка появи сходів бур'янів у посадках верби енергетичної. *Карантин і захист рослин.* 2016. № 4. С. 18–19. (проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

3. **Макух Я. П.,** Фучило Я. Д. Динаміка процесів забур'янення у посадках верби енергетичної. *Карантин і захист рослин.* 2016. № 8–9. С. 17–18. (проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

4. **Макух Я. П.,** Ременюк С. О. Особливості проективного покриття поверхні поля листками бур'янів у посадках верби енергетичної. *Карантин і захист рослин.* 2016. № 11–12. С. 24–26. (проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

5. **Макух Я. П.** Структура забур'яненості та насіннева продуктивність бур'янів у посадках верби енергетичної. *Захист і карантин рослин.* 2016. Вип. 62. С. 178–183.

6. **Макух Я. П.** Заходи механічного захисту посівів міскантусу гігантського від бур'янів. *Агробіологія*. 2016. Вип. 2. С. 108–113.

7. Іващенко О. О., **Макух Я. П.**, Ременюк С. О. Енергетична верба потребує захисту від бур'янів. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 1. С. 19–23. (проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

8. **Макух Я. П.** Ефективність застосування механічних прийомів контролювання бур'янів у посадках верби енергетичної першого року вегетації. *Карантин і захист рослин*. 2017. № 1–3. С. 20–22.

9. Іващенко О. О., **Макух Я. П.**, Ременюк С. О. Екологічні системи захисту від бур'янів посадок верби енергетичної першого року вегетації. *Біоенергетика*. 2017. № 1. С. 30–33. (проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

10. Іващенко О. О., **Макух Я. П.**, Ременюк С. О. Ефективність застосування систем хімічного захисту від бур'янів посівів міскантусу гігантського першого року вегетації. *Карантин і захист рослин*. 2017. № 4–6. С. 19–21. (проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

11. **Макух Я. П.** Особливості формування урожайності міскантусу за спільної вегетації з бур'янами. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2017. Вип. 25. С. 115–123.

12. **Макух Я. П.**, Мошківська С. В. Мульчування міжрядь – як ефективний екологічний захист посадок енергетичної верби від бур'янів. *Карантин і захист рослин*. 2018. № 3. С. 47–50. (проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

13. **Макух Я. П.** Ефективні способи захисту посадок верби енергетичної від бур'янів. *Біоенергетика*. 2018. № 2. С. 37–39.

14. **Макух Я. П.**, Ременюк С. О. Ефективні способи захисту посівів міскантусу гігантського від бур'янів. *Карантин і захист рослин*. 2018. № 8. С. 11–15. (проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

**Статті в наукових фахових виданнях України,
які індексуються в міжнародних наукометричних базах**

15. **Макух Я. П.**, Ременюк С. О. Специфіка появи сходів бур'янів у посівах міскантусу. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Агрономія*. 2015. Вип. 210, Ч. 1. С. 63–67. (проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

16. **Макух Я. П.** Мульчування як захист енергетичної верби від бур'янів. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2016. № 2. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/6493>

17. **Макух Я. П.** Вплив бур'янів на приріст верби енергетичної. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування*

України. 2016. № 5. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7237>

18. **Макух Я. П.** Верба енергетична і хімічні стреси. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2016. № 7. <http://journals.uran.ua/index.php/2223-1609/article/view/113078>

19. Фучило Я. Д., Гументик М. Я., **Макух Я. П.** Продуктивність енергетичних плантацій верби (*Salix L.*) в умовах Центрального Лісостепу України. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. № 1. <http://journals.uran.ua/index.php/2223-1609/article/view/103960> (проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

20. **Макух Я. П.** Особливості захисту насаджень міскантусу від бур'янів. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. № 5. <http://journals.uran.ua/index.php/2223-1609/article/view/114880>

Статті в наукових виданнях інших держав

21. **Макух Я. П.** Способы борьбы с сорняками в посевах мискантуса. *Сахарная свекла*. 2015. № 9. С. 29–30.

22. **Макух Я. П.**, Ременюк С. А. Защита ивы энергетической от сорняков. *Сахарная свекла*. 2017. № 2. С. 24–25. (проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

Статті, що додатково висвітлюють результати досліджень

23. **Макух Я. П.** Екологічний прийом захисту посадок енергетичної верби від бур'янів. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal)*. 2016. № 6. Р. 114–116.

24. **Макух Я. П.** Як вберегти насадження міскантусу від бур'янів. *Цукрові буряки*. 2015. № 6. С. 14–15.

25. **Макух Я. П.**, Ременюк С. О., Мошківська С. В. Контролювання бур'янів механічним способом у агрофітоценозах міскантусу гігантського. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. № 3. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/8731> (проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

26. **Макух Я. П.**, Ременюк С. О. Контролювання бур'янів в посівах міскантусу. *Карантин і захист рослин*. 2016. № 1. С. 7–8. (проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

Науково-практичні рекомендації

27. **Макух Я. П.**, Іващенко О. О., Ременюк С. О. Системи екологічно безпечного захисту молодих насаджень міскантусу гігантського – *Miscanthus giganteus* (L.) Pal. Beauv. від бур'янів в умовах Лісостепу. Київ : Нілан-ЛТД,

2018. 16 с. (проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій).

28. **Макух Я. П.**, Іващенко О. О., Ременюк С. О. Системи екологічно безпечного захисту молодих насаджень верби прутувидної – *Salix viminalis* L. від бур'янів в умовах Лісостепу Київ : Нілан-ЛТД, 2018. 14 с. (проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій).

Матеріали наукових конференцій

29. **Макух Я. П.** Контролювання бур'янів у агрофітоценозах міскантусу гігантського. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва* : матер. Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 90-річчю від дня народж. проф. Наумова Г. Ф. та 80-річчю заснування кафедри генетики, селекції та насінництва (23–24 жовтня 2017 р., м. Харків). Харків, 2017. С. 223–225.

30. **Макух Я. П.** Структура забур'яненості та насіннева продуктивність бур'янів у посадках верби енергетичної. *Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату* : матер. Всеукр. наук.-практ. конф. (15–16 червня 2017 р., м. Кам'янець-Подільський). Кам'янець-Подільський, 2017. С. 114–117.

31. Фучило Я. Д., **Макух Я. П.**, Ременюк С. О. Формування біомаси енергетичної верби першого року вегетації при застосуванні механічних прийомів контролювання бур'янів. Колесниковські читання : Всеукр. наук.-практ. конф., присвяч. пам'яті проф. О. І. Колесникова (16–17 жовтня 2018 р., м. Харків). Харків, 2018. С. 78–80.

Патенти

32. Патент на корисну модель № 111363, Україна, МПК А 01 В 79/00 (2016.01). Спосіб вирощування міскантусу / Роїк М. В., Сінченко В. М., Пиркін В. І., Гументик М. Я., **Макух Я. П.**, Квак В. М., Мандровська С. М., Ременюк С. О. ; заявник та власник : Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. № u2016 04314; заявл. 19.04.2016 ; опубл. 10.11.2016, Бюл. № 21.

33. Патент на корисну модель № 04007, Україна, МПК А 01 В 79/00 (2015.01). Спосіб вирощування енергетичної верби / Роїк М. В., Сінченко В. М., Пиркін В. І., Гументик М. Я., Іваніна В. В., Ганженко О. М., Курило В. Л., **Макух Я. П.**, Фучило Я. Д., Гнап І. В. ; заявник та власник : Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. № u2015 06235 ; заявл. 24.06.2015 ; опубл. 12.01.2016, Бюл. № 1.

34. Патент на корисну модель № 113020, Україна, МПК А 01 В 79/00 (2016.01). Спосіб екологічного захисту посадок енергетичної верби від бур'янів / Іващенко О. О., **Макух Я. П.**, Сінченко В. М., Ременюк С. О. ; заявник та власник : Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. № u2016 06278 ; заявл. 09.06.2016 ; опубл. 10.01.2017, Бюл. № 1.

35. Патент на корисну модель № 106168, Україна, МПК А 01 В 79/00,

A 01 N 25/00 (2016.01). Спосіб хімічного контролювання бур'янів у посівах міскантуса / **Макух Я. П.**, Іващенко О. О., Сінченко В. М., Ременюк С. О. ; заявник та власник : Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. № u2015 07219 ; заявл. 20.07.2015 ; опубл. 25.04.2016, Бюл. № 8.

36. Патент на корисну модель № 100457 Україна, МПК А 01 В 79/00, А 01 N 25/00 (2015.01). Спосіб захисту посівів міскантусу від бур'янів / **Макух Я. П.**, Іващенко О. О., Сінченко В. М. ; заявник та власник : Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. № u2015 01146 ; заявл. 12.02.2015 ; опубл. 27.07.2015, Бюл. № 14.

АНОТАЦІЯ

Макух Я. П. Теоретичні та практичні аспекти формування фітоценозів багаторічних біоенергетичних культур. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.13 «Герботологія». – Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, Київ, 2018.

У роботі висвітлено результати проведених упродовж 2012–2017 рр. комплексних досліджень щодо вивчення теоретичних та практичних аспектів формування фітоценозів багаторічних біоенергетичних культур.

Проаналізовано праці вітчизняних і зарубіжних учених з особливостей вирощування енергетичних культур в Україні та за кордоном. Висвітлено процеси забур'янення насаджень верби енергетичної та методи контролю. Наводяться праці щодо особливостей контролю бур'янів у насадженнях міскантусу.

Встановлено, що в насадженнях міскантусу гігантського видове різноманіття бур'янів охоплювало 34 види, з них із класу Однодольні – Liliopsida – 5 видів і класу Дводольні – Magnoliopsida – 29 видів. А от у насадженнях верби енергетичної були представлені 6 видів класу Однодольні і 30 видів класу Дводольні.

Наведено результати вивчення особливостей формування біологічного потенціалу біоенергетичних культур. Подано дані районування міскантусу гігантського та верби енергетичної в основних агрокліматичних зонах України.

Встановлено, що у насадженнях міскантусу гігантського найбільша кількість бур'янів була в період від другої декади травня до першої декади червня. А от на насадженнях верби енергетичної найбільше сходів з'являлося від першої декади травня до першої декади липня. Відповідно у насадженнях міскантусу гігантського накопичувалося 2906 г/м², а в насадженнях верби енергетичної – 3548,3 г/м² сирової маси бур'янів.

Найбільшу насінневу продуктивність у насадженнях міскантусу гігантського мали щиряца звичайна – 332 тис. шт./рослину, лобода біла – 67,1 тис., осот рожевий – 24,0 тис., осот жовтий – 21,0 тис., паслін чорний – 19,8 тис., гірчиця польова – 15,4 тис. шт./рослину. А от на насадженнях верби енергетичної – рослини блекоти чорної – 404,5 тис. шт./рослину, лободи білої –

92,1 тис., пасльону чорного – 29,4 тис., осоту рожевого – 23,2 тис., гірчиці польової – 17,1 тис., гірчаку шорсткого – 9,0 тис., мишію сизого – 5,2 тис. шт./рослину.

Величина поглинання бур'янами в процесі їх вегетації в насадженнях міскантусу гігантського сполук мінерального живлення становила: N – 102,9 кг/га, P₂O₅ – 65,7 кг/га, K₂O – 114,4 кг/га. Застосування систем механічного захисту знижували обсяги поглинання сполук мінерального живлення бур'янами: N – від 4,4 до 6,4 раза; P₂O₅ від 4,3 до 6,1 раза; K₂O від 4,4 до 6,4 раза. Обсяги поглинання бур'янами сполук мінерального живлення в насадженнях верби енергетичної в результаті проведення захисних заходів зменшувалися: сполук азоту (N) від 127 до 45 кг/га, або на 64,6 %; сполук фосфору (P₂O₅) від 87 до 32 кг/га, або на 63,2 %; сполук калію (K₂O) від 142 кг/га до 50 кг/га, або на 64,8 %.

Для закладання плантацій міскантусу гігантського кращим як з економічного, так і енергетичного погляду був варіант застосування для захисту насаджень від бур'янів гербіциду МайсТер Пауер, який забезпечував рівень умовно чистого прибутку 28,7 тис. грн/га, вихід енергії 436,7 ГДж/га та коефіцієнт енергетичної ефективності 9,18.

Насадження верби енергетичної, де в перший рік проводили висаджування спеціально підготовлених живців із застосуванням гербіциду ґрунтової дії Стомп, забезпечували вищі показники економічної ефективності й умовно чистий прибуток був 29,7 тис. грн/га, збір енергії – 399,9 ГДж/га. А от максимальний збір енергії з урожаєм був у насадженнях верби енергетичної, які в перший рік вегетації були вкриті шаром подрібненої соломи пшениці озимої (мульчі) завтовшки 12–15 см.

Ключові слова: міскантус гігантський, верба енергетична, бур'яни, ґрунтові гербіциди, по сходові гербіциди, мульчування, міжрядні культивації.

SUMMARY

Makukh Ya. P. Theoretical and practical aspects of the formation of phytocoenoses of perennial bioenergy crops. – Qualifying paper as a manuscript.

D. Sc. (Agr.) thesis, specialty 06.01.13 – Herbology

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet NAAS of Ukraine, Kyiv, 2018.

The paper highlights the results of research carried out in the period from 2012 to 2017 dedicated to the theoretical and practical aspects of the formation of phytocoenoses of perennial bioenergy crops.

The domestic and foreign studies on the peculiarities of growing energy crops in Ukraine and abroad are analyzed. Peculiarities of weed infestation of energy willow plantations and weed control methods are described.

It was found that weed species composition of *Miscanthus giganteus* plantations includes 34 species, of which 5 Liliopsida and 29 Magnoliopsida. In the willow energy stands, 6 Liliopsida and 30 Magnoliopsida species were found.

The peculiarities of bioenergy crops biological potential are presented. The regional assignment data for *Miscanthus giganteus* and energy willow in Ukraine is

presented.

In *Miscanthus giganteus* stands, the largest number of weeds appeared in the period from mid-May to early June, while in energy willow the period was from early May to early July. In the plantation of *Miscanthus giganteus*, 2906 g/m² of green weed mass accumulated, while in willow the value was 3548.3 g/m².

The largest seed productivity (the number of seeds per 1 plant) in *Miscanthus giganteus* stands was ensured by *Amaranthus retroflexus* (332,000) *Chenopodium album* (67,100), *Cirsium arvense* (24,000), *Sonchus arvensis* (21,000), *Solanum nigrum* (19,800) and *Sinapis arvensis* (15,400). The largest number of seeds per 1 plant in willow energy plantations was represented by *Hyoscyamus niger* (404,500), *Chenopodium album* (92,100), *Solanum nigrum* (29,400), *Cirsium arvense* (23,200), *Sinapis arvensis* (17,100), *Polygonum lapathifolium* (9,000) and *Setaria glauca* L. (5,200).

The uptake of mineral nutrients in *Miscanthus giganteus* plantations was as follows (kg/ha): 102.9 N, 65.7 P₂O₅ and 114.4 K₂O. Mechanical weed control reduced these values 4.4–6.4 times, 4.3–6.1 times and 4.4–6.4 times, respectively. The uptake of mineral nutrients in energy willow stands decreased as a result of weed control: N from 127 to 45 kg/ha (64.6%); P₂O₅ from 87 to 32 kg/ha (63.2%) and K₂O from 142 to 50 kg/ha (64.8%).

The best option of weed control for miscanthus plantations, both from an economic and energy point of view, appeared herbicide Maister Power, which ensured an operating profit of UAH 28,700 per hectare at energy yield of 436.7 GJ/ha and K_{ee} of 9.18.

The plantations of energy willow where specially prepared cuttings were planted along with the application of soil-based herbicide Stomp in the first year demonstrated higher indicators of economic efficiency operating profit of UAH 29,700 per hectare and energy yield of 399.9 GJ/ha. However, the highest energy yield was obtained in those energy willow plots where plants were covered with a 12–15-cm layer of wheat straw in the first year of growing.

Keywords: *Miscanthus giganteus*, energy willow, weeds, soil herbicides, post-emergence herbicides, mulching, interrow hoeing.

Підписано до друку 08.11.2018 р. Зам. № 1129.
Формат 60x90 1/16. Папір офсетний. Друк – цифровий.
Наклад 100 прим. Ум. друк. арк. 1,9.
Друк ЦП «КОМПРИНТ». Свідоцтво ДК №4131 від 04.08.2011 р.
м. Київ, вул. Предславинська, 28
528-05-42, 067-209-54-30
email: komprint@ukr.net