

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

КАБАНЕЦЬ ВІКТОР МИХАЙЛОВИЧ

УДК 633.522: 631.5

**АГРОТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ
ПОТЕНЦІАЛУ КУЛЬТУРИ КОНОПЕЛЬ
В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.09 – рослинництво

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Суми – 2021

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Інституті луб'яних культур НААН України протягом 2009–2017 рр.

Науковий консультант: доктор сільськогосподарських наук, професор,
член-кореспондент НААН України
Рудник–Іващенко Ольга Іванівна,
Інститут садівництва НААН України,
головний науковий співробітник

Офіційні опоненти : доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік НААН України
Черенков Анатолій Васильович,
ДУ Інститут зернових культур НААН України,
радник дирекції з наукової роботи

доктор сільськогосподарських наук, професор
Федорчук Михайло Іванович,
Миколаївський національний аграрний університет,
професор кафедри рослинництва та садово-паркового
господарства

доктор сільськогосподарських наук, професор
Шевніков Микола Янаєвич,
Полтавська державна аграрна академія,
професор кафедри рослинництва

Захист відбудеться « 6 » травня 2021 року о 9.30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 55.859.03 при Сумському національному аграрному університеті: 40021, м. Суми, вул. Г. Кондратьєва, 160.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Сумського національного аграрного університету за адресою: 40021, м. Суми, вул. Г. Кондратьєва, 160

Автореферат розіслано « 5 » квітня 2021 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат сільськогосподарських наук , професор

Г. О. Жатова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Україна має давні сформовані традиції вирощування та використання урожаю конопель. Глибокі теоретичні дослідження, проведені Г. І. Сенченком, О. Г. Жатовим, М. Д. Мигалем, В. Г. Вировцем, Л. М. Горшковою, І. М. Лайко та іншими вітчизняними науковцями, забезпечили високий селекційний та технологічний рівень сучасної культури.

Наразі коноплі є сировиною для отримання понад двадцяти тисяч найменувань продукції, яку використовують у текстильній, фармацевтичній, авіаційно-космічній, лакофарбовій та будівельній промисловості (Вировець В. Г., 2004; Степанов Г. С. та ін., 2007). Незважаючи на динамічний розвиток хімічної промисловості, що виробляє штучні волокна, значення і потреба натуральних волокон не зменшується. Навпаки, завдяки своїм унікальним технологічним властивостям, конопляна продукція отримує нові, інноваційні напрями використання.

Глобальна екологізація сфери аграрного виробництва та орієнтація індустрії на використання поновлюваних сировинних ресурсів формують зростаючий попит на сировину, придатну для виробництва екологічно безпечного волокна, тканин, паперу, олії (технічна і харчова) та лікарських препаратів. Все більшої актуальності набувають питання оздоровлення біоценозів і ремедіації територій, забруднених радіонуклідами, важкими металами та стійкими хімічними сполуками.

Реалізація цих завдань вимагає диференціації культури залежно від призначення та характеристик урожаю, підбору сортів і визначенням оптимальних агротехнологічних параметрів їх вирощування. Актуальність зазначених проблем, їх недостатня розробка і практична значимість зумовили вибір теми дисертаційної роботи, її мету та основні завдання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертаційної роботи виконано в Інституті луб'яних культур НААН упродовж 2009-2017 років у відповідності із завданнями НДР: «Створити і впровадити у виробництво нові високопродуктивні сорти луб'яних культур та розробити технології їх вирощування, збирання і переробки» (номер Державної реєстрації 0106U008793) на 2006-2010 рр.; «Високопродуктивні сорти льону і конопель та новітні технології їх виробництва і переробки» (номер Державної реєстрації 0111U005725) на 2011-2015 рр.; «Розробити екологічно безпечні технології вирощування льону-довгунця та конопель різних напрямів використання для забезпечення максимальної продуктивності і зниження собівартості продукції (номер Державної реєстрації 0111U004057) на 2011-2013 рр.; «Оптимізувати заходи контролю шкідливого ентомокомплексу у льоновому і конопляному агробіоценозах» (номер Державної реєстрації 0116U001507) на 2016-2018 рр.; «Науково-методологічні основи селекції та ресурсозберігаючих технологій виробництва льону-довгунця і промислових конопель» (номер Державної реєстрації 0116U000384) на 2016-2020 рр.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи було підвищити ефективність вирощування культури конопель у зоні північно-східного Лісостепу України.

Для реалізації поставленої мети передбачалось вирішення таких завдань:

- виявити технологічні параметри структури посіву конопель за показниками інтенсивності засвоєння фотосинтетичної активної радіації (ФАР);
- визначити вплив світлових режимів посіву на рівень забур'янення, урожайність та якість урожаю;
- провести ідентифікацію сортів конопель за комплексом показників фотосинтетичної активності;
- обґрунтувати можливості та потенціал для фітомеліоративного використання культури конопель;
- провести оцінювання ефективності вирощування конопель у монокультурі;
- розробити систему удобрення та визначити оптимальні параметри структури посіву при вирощуванні конопель на товарне насіння;
- визначити економічну ефективність основних напрямів вирощування конопель.

Об'єкт дослідження: параметри фотосинтетичного апарату рослин, реакція рослин конопель на елементи технології вирощування, процеси росту, розвитку, формування урожаю насіння та соломи.

Предмет дослідження: сорти конопель посівних, густина посіву, норма висіву насіння, норми органічних та мінеральних добрив, погодні умови, економічні показники ефективності.

Методи дослідження. У роботі використовували загальнонаукові та спеціальні методи. Із загальнонаукових використовували: гіпотезу, експеримент, спостереження та аналіз. Серед спеціальних використовували: польовий, лабораторний та статистичний. Польовий – виявлення фенологічних ритмів росту і розвитку рослин, визначення врожаю; біометричні, вимірні, візуальні – вивчення особливостей мінливості ознак сортів у польових і лабораторних дослідженнях; спектрометричний – визначення присутності важких металів у частинах рослин конопель і ґрунту; лабораторний – аналіз якості конопляної соломи і волокна, вміст елементів живлення в рослинах, оцінка стійкості до посухи і жаростійкості рослин; порівняльно-розрахунковий – оцінка економічної ефективності; методи дисперсійного і кореляційного аналізів.

Наукова новизна одержаних результатів полягала у розв'язанні наукової проблеми з підвищення рівня реалізації потенціалу культури конопель, обґрунтуванні її технологічної диференціації за рахунок добору сортів, оптимізації структури посіву, норм та способів внесення добрив.

Уперше:

- досліджено, що критичним для процесів повторного забур'янення є поглинання посівом конопель менше 80 % потоку ФАР, що відповідає розрахунковій густоті посіву менше 2,0 млн рослин/га;
- встановлено, що в умовах зони досліджень невідповідність між показниками максимального надходження ФАР та показниками її поглинання посівом становить 18-24 дні;
- розроблено алгоритм ідентифікації сортів конопель за комплексом ознак потенційної жаростійкості, вологоутримуючої здатності та тіневитривалості. Підвищеним рівнем жаростійкості характеризуються сорти Гляна і Глесія, тіневитривалості – сорти Глухівські 85, Глухівські 51 і Золотоніські 15;

- визначено базові технологічні параметри використання конопель як фітомеліоративної культури. Максимальну ефективність ремедіації земель, забруднених стронцієм, забезпечують суцільні посіви сорту Гляна з відчуженням фітомаси у фазу біологічної стиглості. Цей же сорт, однак у широкорядних посівах, використовувати для відновлення земель із комплексним забрудненням важкими металами;

- оптимізовано технологічний регламент монокультури конопель зі стійким або позитивним балансом агрохімічних показників ґрунту, що передбачає щорічне внесення органічних добрив 40 і більше т/га або комплексне внесення органічних та мінеральних добрив нормою 20 т/га + N₆₀P₄₅K₄₅ кг д. р./га;

- проведено оцінювання конопель за технологією отримання товарного насіння. Встановлено, що максимальна частка зерна в біологічному урожаї – 26,1% забезпечується за норми висіву насіння 0,25 млн шт/га.

Удосконалено наукові підходи щодо:

- методики технологічної ідентифікації сортів з використанням параметрів фотосинтетичного апарату рослин;

- методики оцінювання фітомеліоративного потенціалу культур за їх здатністю до акумуляції окремих хімічних елементів.

Набули подальшого розвитку положення про: підходи до формування просторової структури посівів конопель залежно від їх сортових особливостей та напрямів використання урожаю; питання технологічної та сортової диференціації культури конопель з урахуванням природи виду, зони його вирощування, економічних та екологічних запитів суспільства.

Практичне значення одержаних результатів. За результатами виконання досліджень розроблено та рекомендовано виробництву елементи технології вирощування культури конопель двобічного використання, що забезпечують отримання 1,4 т/га насіння і 7,2 т/га соломи, вихід загального волокна – 30,9 %, довгого – 26,2 % за високого рівня рентабельності – 110,3 %.

Технологія вирощування товарного насіння упроваджена в Інституті сільського господарства Північного Сходу НААН і забезпечує отримання врожайності – 2,62 т/га за високого рівня рентабельності – 225,6 %. Розроблено та надано департаментам агропромислового розвитку Сумської, Полтавської та Харківської обласних державних адміністрацій базові елементи технології вирощування конопель як фітомеліоративної культури для ремедіації земель, забруднених радіонуклідами та важкими металами.

Матеріали дисертації використані у робочих програмах навчальних дисциплін спеціальності 201 «Агрономія» у Сумському національному аграрному університеті, Харківському національному аграрному університеті ім. В. В. Докучаєва, Полтавській державній аграрній академії.

Розроблені елементи монокультури конопель зі стійким балансом агрохімічних показників ґрунту впроваджені в агрофірмі «Solariya», Литовська республіка.

Особистий внесок здобувача полягає у визначенні напряму дослідження, розробці програми та обґрунтуванні методології, виконанні експериментів у польових та лабораторних умовах, узагальненні отриманих результатів та їх

науковій інтерпретації. Самостійно проведено статистичну обробку результатів досліджень, підбрана та опрацьована література, підготовлені друковані праці (особисто та у співавторстві), наукові звіти і рекомендації для виробництва, а також здійснено науковий супровід результатів досліджень у виробництво. Частка творчого внеску в опублікованих у співавторстві працях складається з планування, виконання досліджень, узагальнення результатів і підготовки матеріалів до друку. Впровадження розробок у виробництво проведено за безпосередньою участю здобувача або під його методичним керівництвом.

Апробація результатів дисертації. Результати дослідження заслухано та обговорено на: Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми і перспективи розвитку галузей льонарства та коноплярства» (м. Глухів, 2009 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Шляхи відродження галузей льонарства і коноплярства та підвищення ефективності їх наукового забезпечення» (м. Глухів, 2011 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Гончарівські читання» (м. Суми, 2013 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Підвищення ефективності виробництва сільськогосподарської продукції в північно-східному регіоні України» (м. Суми, 2014 р.), обласній науковій конференції молодих вчених та аспірантів (м. Суми, 2016 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Гончарівські читання» (м. Суми, 2016 р.), Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів «Наукове забезпечення інноваційного розвитку агропромислового комплексу в умовах змін клімату» (м. Дніпро, 2017 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасний стан та гармонізація назв культурних рослин у системі UPOV» (м. Київ, 2017 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Ентомологічні читання пам'яті видатних вчених-ентомологів В.П. Васильєва і М.П. Дядечка», (м. Київ, 2017 р.), обласній науковій конференції «Підвищення ефективності виробництва сільськогосподарської продукції в північно-східному регіоні України» (м. Суми, 2017 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі» (м. Умань, 2018 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Гончарівські читання» (м. Суми, 2018 р.).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи висвітлені у 44 наукових працях, з них 8 – у монографіях, у т.ч. одна за кордоном, 3 науково-практичних рекомендаціях, одних методичних рекомендаціях, 17 публікаціях у фахових виданнях України, трьох – за кордоном і 12 матеріалах конференцій. Частка авторства здобувача у них складає 0,5 – 100 %.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертаційна робота містить анотацію українською та англійською мовами, зміст, перелік умовних позначень, вісім розділів, висновки, рекомендації для виробництва, список використаної літератури, який нараховує 449 посилань, у тому числі 155 латиницею, додатки. Дисертацію викладено на 386 сторінках машинописного тексту комп'ютерного набору, у тому числі 278 сторінок основного тексту. Вона ілюстрована 37-а таблицями та 21-м рисунком.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ СУЧАСНИЙ СТАН КУЛЬТУРИ КОНОПЕЛЬ (огляд літератури)

Проаналізовано сучасний стан культури конопель. Висвітлені результати напрацювань вітчизняних та зарубіжних науковців за основними напрямками досліджень. Установлено низький рівень теоретичних та практичних напрацювань стосовно технологічних і селекційних шляхів диференціації культури відповідно до потреб сучасного суспільства. Вказано на необхідність проведення експериментальних досліджень із вивчення реакції рослин та посівів конопель на зміну параметрів густоти посіву, ширини міжрядь, норм висіву насіння та внесення мінеральних добрив.

УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польові дослідження проводили з 2009 по 2017 роки в умовах експериментальної бази Інституту луб'яних культур НААН України. Ґрунтовий покрив земельних ділянок характеризується слабокислою реакцією ґрунтового розчину з рН сольової витяжки від 5,5 до 5,1.

Уміст гумусу за методом Тюріна у горизонті ґрунту 0-20 см складає від 2,18 до 3,46 %. Забезпеченість ґрунтів рухомими формами фосфору є середньою з вмістом P_2O_5 за методом Чірікова з оцтово-кислої витяжки від 54 до 99 мг на 1 кг ґрунту. Уміст обмінного калію за Чіріковим характеризується як підвищений і складає 82–110 мг/кг ґрунту. Забезпеченість 0-20-сантиметрового горизонту ґрунту легкогідролізованим азотом за методом Корнфілда складає від 56 до 88 мг/кг. Кількість важких металів, зокрема Cd – від 0,07 до 0,18 (у середньому 0,12) та Pb – 0,28 – 1,41 (у середньому 0,7 мг на 1 кг ґрунту) і є близькою до природного фону.

Ґрунт, на якому розміщували досліди з монокультурою, – темно-сірий, опідзолений на карбонатних лесовидних суглинках. Уміст гумусу в орному шарі (0-20 см) за методом Тюріна перед закладкою досліду (2009 р.) становив 3,46 %, легкогідролізованого азоту за Корнфілдом – 219 мг/кг, рухомих форм фосфору (за Чіріковим) – 114 мг/кг і обмінного калію (за Чіріковим) – 124 мг на 1 кг ґрунту. Гідролітична кислотність – 3,8, ступінь насичення основами – 82,5%.

Погодні умови вегетаційного періоду рослин конопель у роки проведення досліджень за ступенем відхилення від середніх багаторічних мали істотні відмінності і характеризувалися як: роки з вищою сумою температур та меншою кількістю опадів – 2010 і 2015; роки з вищою сумою температур та більшою кількістю опадів – 2012; роки з меншою сумою температур і меншою кількістю опадів – 2014 і 2017; роки з меншою сумою температур та більшою кількістю опадів – 2009, 2011, 2013 та 2016 (рис. 1). Відповідно до даних щодо середньої урожайності в зоні (<http://www.apk.sm.gov.ua>) встановлено, що оптимальними для реалізації потенціалу культури були роки з вищою від середнього багаторічного показника кількістю опадів, а саме: 2009, 2011, 2012, 2013 та 2016.

Дослідження проводили на однодомних сортах конопель посівних селекції Інституту луб'яних культур НААН: Гляна, Глесія, Глухівські 51, Глухівські 85, Миколайчик, Золотоніські 15.

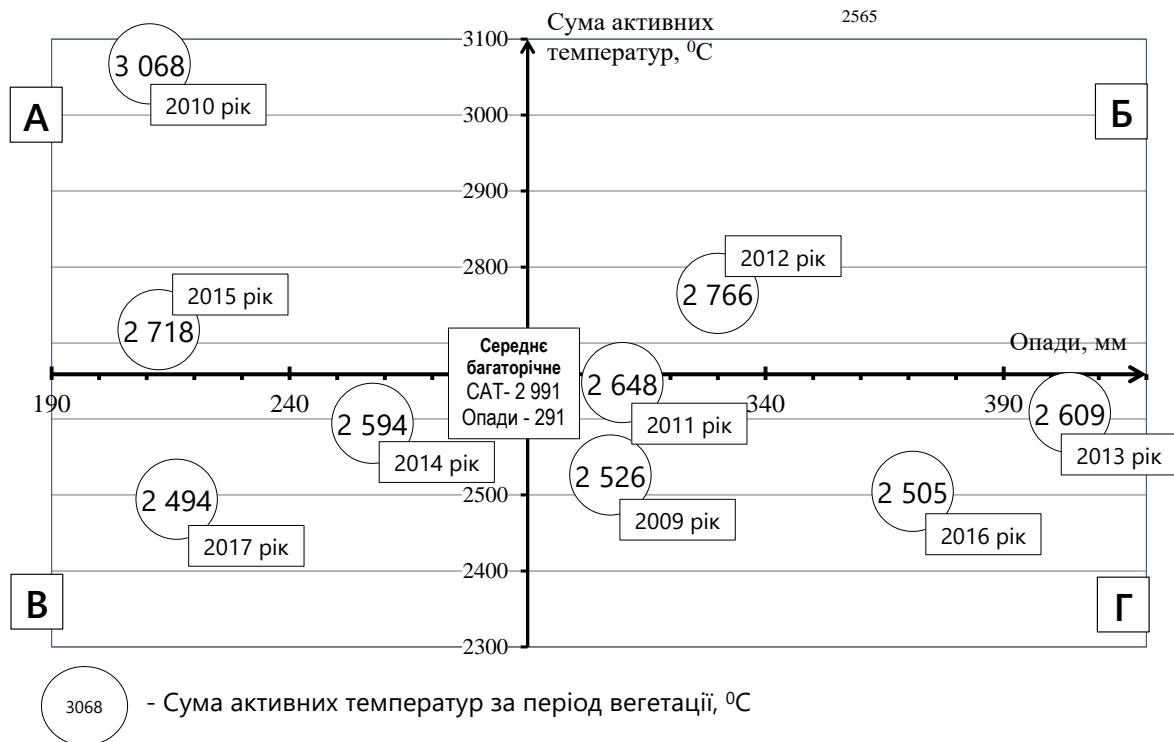


Рисунок 1 – Сума активних температур (>10 °C) та кількість опадів вегетаційного періоду конопель (травень-вересень) порівняно до середніх багаторічних значень (метеостанція м. Глухів, 2009 – 2017 рр.). Умови: А – більш теплі та сухі; Б – більш теплі та вологі; В – прохолодні та сухі; Г – прохолодні та вологі.

За програмою підготовки дисертаційної роботи було заплановано та виконано такі польові дослідження.

Дослід № 1. Визначення динаміки надходження ФАР у посівах конопель (Інститут луб'яних культур НААН, 2014-2016 рр.). Схема дослідження з розрахунковою густиною посіву: 1) 0,5 млн рослин/га; 2) 1,0 млн рослин/га; 3) 1,5 млн рослин/га; 4) 2,0 млн рослин/га; 5) 2,5 млн рослин/га.

Дослід № 2. Вплив густоти посіву на динаміку повторного забур'янення (Інститут луб'яних культур НААН, 2014-2016 рр.). Схема дослідження з розрахунковою густиною посіву: 1) 0,5 млн рослин/га; 2) 1,0 млн рослин/га; 3) 1,5 млн рослин/га; 4) 2,0 млн рослин/га; 5) 2,5 млн рослин/га.

Дослід № 3. Вплив густоти посіву на структуру врожаю конопель (Інститут луб'яних культур НААН, 2014-2016 рр.). Схема дослідження з розрахунковою густиною посіву: 1) 0,5 млн рослин/га; 2) 1,0 млн рослин/га; 3) 1,5 млн рослин/га; 4) 2,0 млн рослин/га; 5) 2,5 млн рослин/га.

Дослід № 4. Ідентифікація сортів конопель за комплексом параметрів фотосинтетичної активності. Оцінювання потенціалу посухостійкості, кількості та структури хлорофілів (польові дослідження – Інститут луб'яних культур НААН, лабораторні – Інститут садівництва НААН, 2015-2017 рр.). Схема дослідження, сорти: 1) Глесія; 2) Гляна; 3) Глухівські 51; 4) Глухівські 85; 5) Миколайчик; 6) Золотоніські 15.

Дослід № 5. Оцінювання фітомеліоративних характеристик посівів конопель (польові дослідження – Інститут луб'яних культур НААН, лабораторні – Інститут фізіології та генетики рослин НАН України, 2015-2017 рр.). Схема досліду: фактор А – сорти: 1) Гляня; 2) Глесія; фактор Б – тип культури: 1) суцільного посіву (міжряддя 15 см із нормою висіву 2,0 млн шт/га); 2) просапна (міжряддя 45 см із нормою висіву 0,5 млн шт/га); фактор В – фаза збирання: 1) технічна стиглість; 2) біологічна стиглість.

Дослід № 6. Оцінювання ефективності монокультури конопель (Інститут луб'яних культур НААН, 2009-2013 рр.). Схема досліду: 1) без застосування добрив (контроль); 2) $N_{60}P_{45}K_{45}$; 3) $N_{120}P_{90}K_{90}$; 4) $N_{200}P_{100}K_{240}$; 5) гній – 20 т/га; 6) гній – 40 т/га; 7) гній – 80 т/га; 8) гній – 20 т/га + $N_{60}P_{45}K_{45}$ кг д. р./га (норма висіву 4,5 млн шт/га).

Дослід № 7. Оптимізація системи удобрення та структури посіву конопель для отримання товарного насіння (Інститут луб'яних культур НААН, 2009-2011 рр.). Схема досліду: фактор А – норма висіву, млн шт. схожих насінин на 1 га: 1) 0,125; 2) 0,25; 3) 0,5; фактор Б – норма добрив, кг д. р./га: 1) $N_{15}P_{15}K_{15}$ (контроль); 2) $N_{45}P_{30}K_{30}$; 3) $N_{60}P_{45}K_{45}$; 4) $N_{90}P_{60}K_{60}$; 5) $N_{120}P_{90}K_{90}$.

Виміри потоків енергії ФАР проводили у фіксовані строки і години дня (Х. Г. Тоомінг, 1977 р.) з використанням фотоінтегратора Б. І. Гуляєва (Б. І. Гуляєв, 1989 р.). Динаміку повторного забур'янення оцінювали на ділянках із внесенням ґрунтового гербіциду Гезагард 500 FW, к. с. (прометрин – 500 г/л) у нормі 2,0 л/га (норма витрати робочого розчину – 300 л/га). Забур'яненість посіву визначали кількісним і кількісно-ваговим методом двічі упродовж вегетації культури за «Методикою випробування і застосування пестицидів» (С. О. Трибель, 2001 р.).

Визначення урожайності та якості сировини проводили на основі показників урожайності соломи, т/га; урожайності насіння, т/га; загальної довжини стебел, см; технічної довжини стебел, см; частки підгону, %; загального виходу волокна, %; виходу довгого волокна, %; сорту якості волокна.

Для вивчення функціональних характеристик фотосинтетичного апарату рослин конопель використовували метод індукції флуоресценції хлорофілу (Д. Ю. Корнєєв, 2002 р.) з використанням портативного хронофлуорометра «Флоратест», виробництва Інженерного центру Інституту кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України (О. В. Брайон та ін., 2000 р.). Фізіологічні дослідження сортів конопель включали визначення показників: уміст хлорофілу а і b у листках (Х. Н. Починок, 1976 р.), водоутримувальна спроможність листків, їх водний дефіцит, здатність відновлювати тургор, оводненість тканин (Г. В. Єр'омін, Т. А. Гасанова, 1999 р.).

Можливість різних сортів конопель засвоювати і накопичувати у стеблах та плодах важкі метали оцінювали за рекомендаціями Є. О. Яковлева, І. В. Мельника, А. І. Дубицького (1998 р.) та А. І. Перельмана й Н. С. Касимова (1999 р.). Зразки стебел конопель для проведення аналізу відбирали у фазі технічної і біологічної стиглості рослин. Аналіз вмісту важких металів у ґрунті, насінні та стеблах конопель проводили методом ICP-MS на емісійному маспектрометрі Agilent 7700 x.

Ефективність монокультури оцінювали в умовах багаторічного стаціонарного досліду. Агрохімічні показники ґрунту визначали двічі – у 2009 році перед початком досліду та після його завершення у 2013 році.

Економічну ефективність визначали за підручником В. Г. Андрійчука (2009 р.) на основі технологічних карт загальноприйнятої форми. Вартість матеріально-технічних ресурсів та вирощеної продукції оцінювали станом на 01.07.2020 року.

Польові досліди закладали відповідно до загальноприйнятих методик організації польових досліджень (Б. А. Доспехов, 1985). Фенологічні спостереження за фазами росту й розвитку рослин, динаміку накопичення вегетативної маси, структуру репродуктивних органів та оцінку урожайності виконували за «Методикою государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1972 р.) та «Методикою проведення експертизи сортів конопель (*Cannabis sativa* L.) на відмінність, однорідність і стабільність (М. Д. Мигаль та ін., 2007 р.) Якісне оцінювання врожаю конопель визначали згідно з діючими ДСТУ (ДСТУ 7695:2015. Насіння конопель. Технічні умови. ДСТУ 8422:2015. Треста конопляна. Технічні умови. ДСТУ 8423:2015. Солома конопляна. Технічні умови).

Агрохімічний аналіз ґрунту проводили згідно з ДСТУ 4287:2004 (Якість ґрунту. Відбирання проб). Визначали: уміст гумусу, % (ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини); уміст легкогідролізованого азоту за методом Корнфілда (ДСТУ 7863:2015 Якість ґрунту. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфілда); рухомі сполуки фосфору і обмінного калію (ДСТУ 4115-2002 Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і обмінного калію).

Отримані цифрові матеріали опрацьовували статистично (Б. А. Доспехов, 1985) з використанням програми MS Excel та Statistica 8,0.

ОСОБЛИВОСТІ СВІТЛОВИХ (ЕНЕРГЕТИЧНИХ) РЕЖИМІВ ПОСІВІВ КОНОПЕЛЬ

Основним показником світлового потоку, що впливає на формування продуктивності посівів конопель, є поглинання енергії ФАР. Динаміку надходження, поглинання й відбивання ФАР посівом конопель визначали за допомогою фотоінтегратора Б. І. Гуляєва в середині останньої декади травня, у літні місяці та у вересні (рис. 2). Динаміка надходження ФАР на зазначену дату кожного місяця (24) складала 241, 254, 237, 218 та 179 імпульсів/хв. відповідно у травні, червні, липні, серпні та вересні. В середньому для дослідів посіви поглинали 41,0; 68,1; 84,8; 79,9 та 66,4 % від падаючого потоку ФАР.

Залежно від густоти посіви, проявляли різну динаміку поглинання ФАР. Пікове (максимальне) значення було відмічено 24.07 у кожному варіанті. Після цієї дати поглинання світла зменшувалось пропорційно зниженню кількості падаючого потоку енергії ФАР. Максимальне пікове значення поглинання ФАР відзначено у варіанті з розрахунковою густиною стояння рослин у 2,0 млн шт/га. Ділянки з максимальним рівнем густоти мали вищі показники поглинання лише у першій половині вегетації. Розпочинаючи з фази цвітіння (24.07), рівень поглинання ФАР був нижчим або близьким до показників ділянок із густиною 2,0 млн шт/га.

Незалежно від густоти посіву неспівпадання дат максимального надходження та максимального поглинання ФАР посівами конопель, залежно від умов років досліджень, склало від 18 до 24 діб.

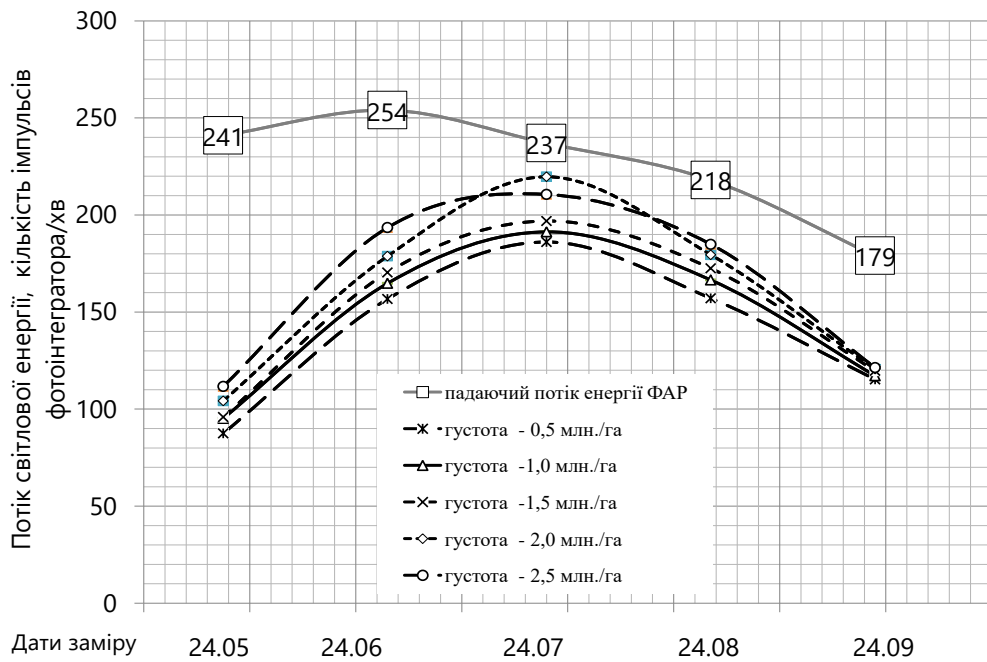


Рисунок 2 – Динаміка надходження та поглинання падаючого потоку енергії ФАР посівами конопель залежно від розрахункової густоти, 2014 – 2016 рр.

Важливим показником, що визначає умови та строки повторного забур'янення, є кількість енергії ФАР, що надходить до ґрунту. Початок відмирання нижніх ярусів листків конопель, що відмічався в кінці липня, зумовлював збільшення рівня освітленості й створення умов для проростання теплолюбивих видів та відновлення вегетації бур'янів, які сформували сходи після закінчення дії ґрунтових гербіцидів (рис. 3).

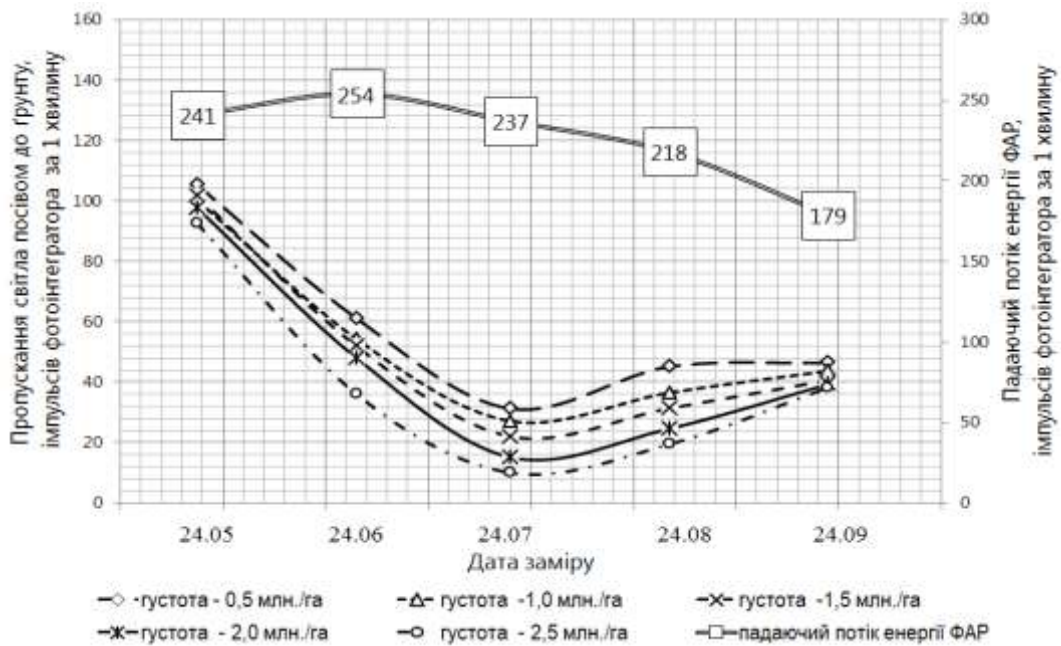


Рисунок 3 – Динаміка пропускання світла до ґрунту посівами конопель залежно від розрахункової густоти, 2014 – 2016 рр.

У період найвищого розвитку листової поверхні надходження енергії ФАР до ґрунту складало на ділянках з розрахунковою густиною 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 та 2,5 млн шт/га 31,2; 27,1; 22,0; 15,1; 10,0 імпульсів/хв. відповідно. Максимальну тривалість періоду пропускання посівом менше 20 % ФАР забезпечували варіанти із розрахунковою густиною рослин 2,0 та 2,5 млн шт/га.

Умови проростання та вегетації бур'янів після закінчення дії ґрунтового гербіциду визначались рівнем та тривалістю затінення ґрунту основною культурою (табл. 1).

Таблиця 1 – Вплив розрахункової густоти посівів конопель на повторне забур'янення, 2014 – 2016 рр.

Розрахункова густина посіву, млн шт/га	Кількість бур'янів, шт/м ²	Маса бур'янів, г/м ²
0,5	51,8 ± 2,2	634,2 ± 31,7
1,0	46,3 ± 1,9	417,4 ± 27,2
1,5	33,6 ± 1,5	259,3 ± 21,6
2,0	24,9 ± 1,2	65,6 ± 9,4
2,5	18,3 ± 0,9	59,5 ± 8,2

За результатами обліку чисельності та маси бур'янів у посівах встановлено, що посіви, які мали найменшу густиною (0,5 млн шт/га) у процесі своєї вегетації формували найменшу оптичну щільність. Проективне покриття таких посівів наступало пізніше порівняно з іншими варіантами дослідження. Відповідно до нижнього ярусу посівів і до поверхні ґрунту надходила найбільша кількість світла. З підвищенням розрахункової густоти стояння рослин, оптична щільність посівів поступово збільшувалась і умови для появи нових сходів рослин бур'янів ускладнювались. У варіанті з розрахунковою густиною стояння рослин у 1,0 млн шт/га кількість бур'янів зменшилась на 10,6 %, а їх маса – на 34,2 % до попереднього варіанту. При розрахунковій густиною стояння у 1,5 млн шт/га середня кількість бур'янів повторного забур'янення у роки проведення досліджень становила 33,6 шт/м², а маса – 259,3 г/м². У варіанті з розрахунковою густиною стояння рослин у 2,0 млн шт/га показники забур'яненості знизилися відносно першого варіанту на 51,9 % за кількістю та на 89,7 % – за масою бур'янів. У посівах конопель із максимальною розрахунковою густиною стояння рослин у дослідженнях (2,5 млн шт/га) кількість бур'янів повторного забур'янення була найменшою і досягала в середньому лише 18,3 шт/м². Маса бур'янів у таких посівах була незначною – 59,5 г/м². Відповідно і негативний вплив присутності бур'янів повторного забур'янення для рослин культури був мінімальним.

Основним показником відповідності умов вегетації сільськогосподарських культур є урожайність. За урожайністю соломи варіанти дослідження ранжувались у такому порядку: ділянки із розрахунковою густиною стояння рослин 2,0 млн/га – 7,2 т/га, 2,5 млн/га – 7,0 т/га; ділянки із густиною 1,5; 1,0 та 0,5 млн/га мали урожайність 6,9; 6,4 та 5,5 т/га відповідно (табл. 2).

За показником загальної та технічної довжини стебел варіанти ранжувались у порядку зворотньому збільшенню густоти посіву.

Таблиця 2 – Вплив розрахункової густоти посіву на урожайність та якість коноплепродукції, 2014 – 2016 рр.

Розрахункова густота посіву, млн шт/га	Урожайність, т/га		Довжина стебел, см		Частка підгону, %
	соломи	насіння	загальна	технічна	
0,5	5,5	1,5	236	154	6,8
1,0	6,4	1,7	205	141	8,1
1,5	6,9	1,6	184	133	8,6
2,0	7,2	1,4	162	123	9,3
2,5	7,0	1,2	150	117	10,2
НІР _{0,05}	0,16	0,02			

За показником урожайності насіння кращий результат (1,7 т/га) отримано у варіанті з густотою у 1,0 млн шт/га. Зі збільшенням розрахункової густоти стояння рослин до 1,5, 2,0 та 2,5 млн шт/га спостерігалось зниження насінневої продуктивності посівів до 1,6, 1,4 та 1,2 т/га, відповідно.

Невід'ємною характеристикою традиційної культури конопель є вихід та якість волокна. При мінімальній розрахунковій густоті посіву 0,5 млн шт/га з рівнем урожайності соломи 5,5 т/га вихід волокна становив в середньому 29,3 % (табл. 3).

Таблиця 3 – Вплив розрахункової густоти посіву конопель на технологічну якість волокна, 2014 – 2016 рр.

Розрахункова густота посіву, млн шт/га	Вихід волокна, %	Вихід довгого волокна, %	Сорт волокна
0,5	29,3	25,1	2
1,0	29,7	25,6	2
1,5	30,2	25,8	2
2,0	30,9	26,2	1
2,5	30,3	26,1	1
НІР _{0,05}	1,52	2,29	

У рослин на ділянках, що вегетували із густотою у 0,5 млн шт/га, середній рівень виходу довгого волокна становив 25,1 %. З підвищенням розрахункової густоти стояння рослин до 2,0 млн шт/га і зниженням рівня освітленості рослин показник виходу довгого волокна збільшувався на 1,1 % і досягав у середньому 26,2 %. Наступне підвищення розрахункової густоти до 2,5 млн шт/га супроводжувалося зниженням показника виходу довгого волокна на 0,1 % від рівня посівів із густотою 2,0 млн шт/га.

Волокно з рослин на ділянках із густотою 0,5 – 1,5 млн шт/га відповідало другому сорту якості. Волокно з рослин, отримане з ділянок посівів конопель із розрахунковою густотою стояння у 2,0 та 2,5 млн шт/га, відповідало першому сорту якості.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ СОРТІВ КОНОПЕЛЬ ЗА ПАРАМЕТРАМИ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ РОСЛИН

Відмінності в темпах накопичення фітомаси та адаптованості рослин до умов середовища визначаються комплексом показників фотохімічних і фотофізичних процесів листкового апарату. Ефективним способом моніторингу стану зелених рослин є метод Каутського (Н. Kautsky, 1931), що ґрунтується на взаємозв'язку змін інтенсивності флуоресценції хлорофілу з фотосинтетичними реакціями в хлоропластах листків.

Інтенсивність спаду флуоресценції характеризується коефіцієнтом життєздатності рослин – *RFD* (М. Kalaji, Р. Guo, 2008). У нашому досліді визначено, що цей коефіцієнт змінювався від 1,65 до 2,07 (рис 4).

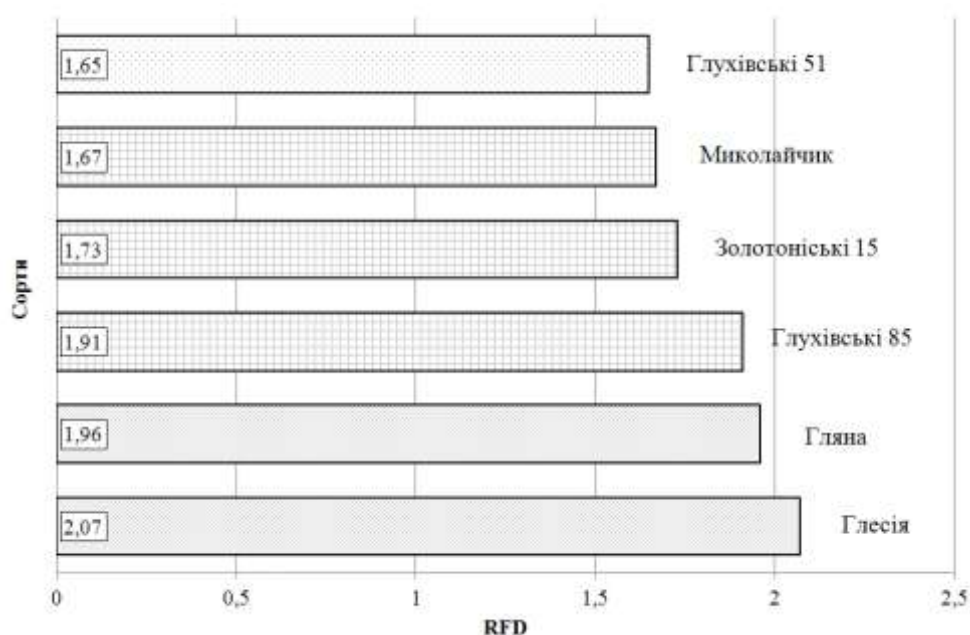


Рисунок 4 – Інтенсивність спаду флуоресценції, коефіцієнт *RFD*, 2015 – 2017 рр.

Найвищий коефіцієнт *RFD* визначено у сортів Глесія – 2,07 та Гляна 1,96. Найменші значення були у сортів Глухівський 51 – 1,65 та Миколайчик – 1,67. Проміжні значення коефіцієнта мали сорти Золотоніські 15 та Глухівські 85.

Основною умовою проходження процесів фотосинтезу є наявність вільної води у тканинах мезофілу листків. Здатність утримувати воду є важливою сортовою ознакою, що характеризує потенційний рівень посухостійкості рослин. У варіантах із мінімальною експозицією (дві години) найбільше зниження кількості води було відмічене у сорту Глухівські 51, яке становило 23,6 % від попередньої ваги зразків (рис. 5). Зразки тканин листкових пластинок сорту Гляна знижували свою вагу лише на 15,9%. Інші сорти в умовах імітації короткотривалої посухи, проявляли проміжні результати.

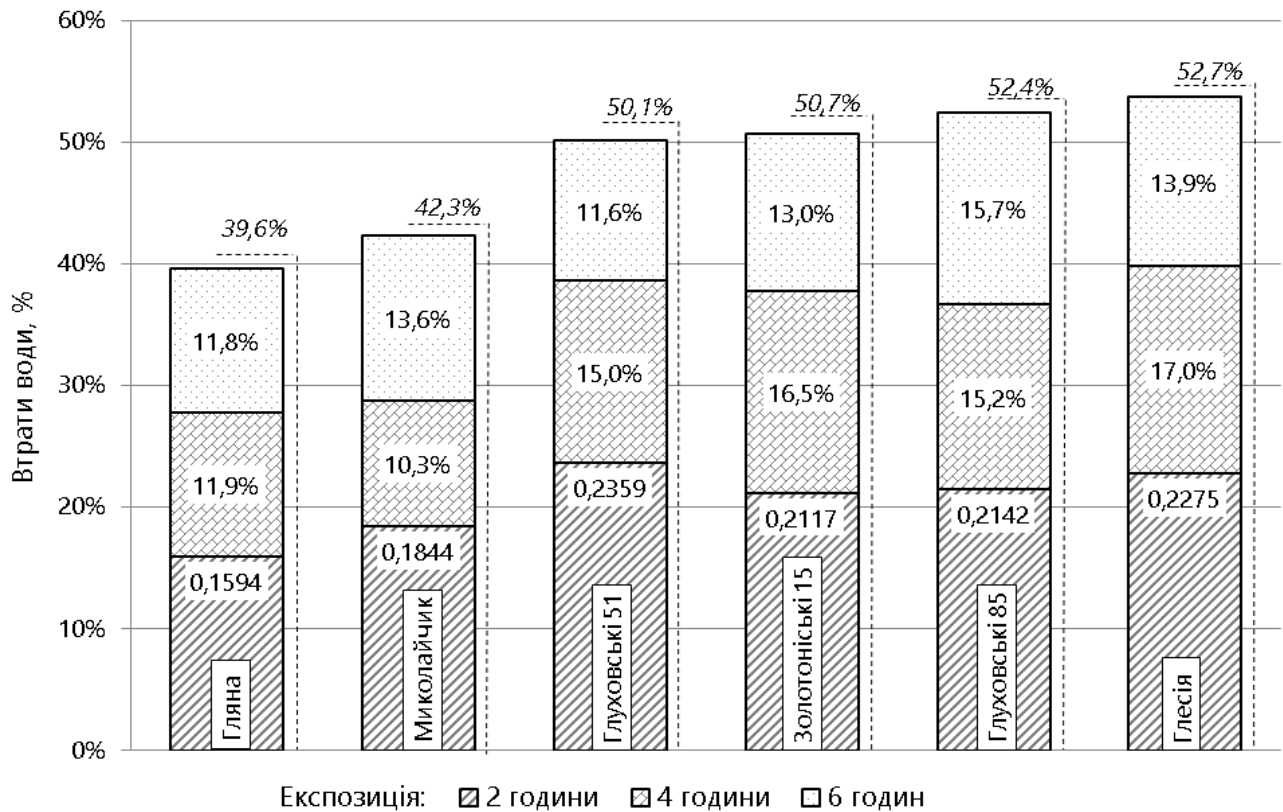


Рисунок 5 – Динаміка втрати води із листкових пластинок різних сортів конопель, 2015 – 2017 рр.

Визначальним для процесів відновлення вегетації є втрата мезофілом більше половини вільної води. У варіантах із максимальною експозицією (6 годин) втрата мезофілом 50 і більше відсотків води була відмічена у сортів Глухівські 51, Глухівські 85, Золотоніські 15 та Глесія.

Існуюча на сьогодні парадигма розвитку листкового апарату культурних рослин передбачає диференціацію видів залежно від особливостей формування їх культур. Вважається, що при просуванні світлолюбних південних видів на північ перевагу отримували генотипи, конкурентоздатність яких підтримувалася високим рівнем тіньовитривалості та концентрації хлорофілу в перерахунку на одиницю площі листків (Зеленський М. І., 2007 р.).

У досліджах визначали загальну кількість та структуру хлорофілів у розрізі сортів, орієнтованих на вирощування у зоні дослідження. Загальний діапазон мінливості показника концентрації хлорофілів культури конопель в умовах північно-східного Лісостепу склав від 2,62 до 4,86 мг/г. Найвищі значення показника концентрації хлорофілів мали сорти Гляна – 4,86 та Глухівські 51 – 4,30 мг/г. Мінімальні значення мали сорти Глесія та Глухівські 85 (табл. 4).

Більш інформативним для оцінювання характеристик сорту є кількість хлорофілів у перерахунку на одиницю площі листків та частка «тіньовитривалого» хлорофілу b.

Таблиця 4 – Вміст хлорофілів у листках сортів конопель, фаза цвітіння, 2015 – 2017 рр.

Сорти	Хлорофіли, мг/г				Хлорофіли, мг/дм ²			
	a+b	a	b		a+b	a	b	
			мг/г	%			мг/г	%
Глесія	3,08	2,26	0,82	26,6	2,54	1,87	0,68	26,8
Глухівські 51	4,30	3,00	1,30	30,2	3,00	2,1	0,9	29,2
Глухівські 85	2,62	1,80	0,82	31,3	1,83	1,26	0,57	31,1
Гляна	4,86	3,52	1,34	27,6	2,74	1,99	0,75	27,4
Золотоніські 15	3,83	2,68	1,16	30,3	2,93	2,04	0,88	30,0
Миколайчик	3,59	2,56	1,03	28,7	3,20	2,28	0,91	28,4
НІР _{0,05}	0,622	0,431	0,182		0,403	0,311	0,104	

Групу з максимальною часткою хлорофілу **b** у листках (29,2 до 31,1 %) формували сорти Глухівські 51, Глухівські 85 та Золотоніські 15.

У вертикальній експозиції найвища концентрація (1,9 мг/г) та частка хлорофілу **b** у нижньому ярусі листків (38,9%) біла відмічена у сорту Глухівські 51. За показником вмісту хлорофілу **a** у верхньому ярусі лідирував сорт Гляна – 4,86 мг/г, частка якого у загальній кількості складала 77,3% (рис. 6).

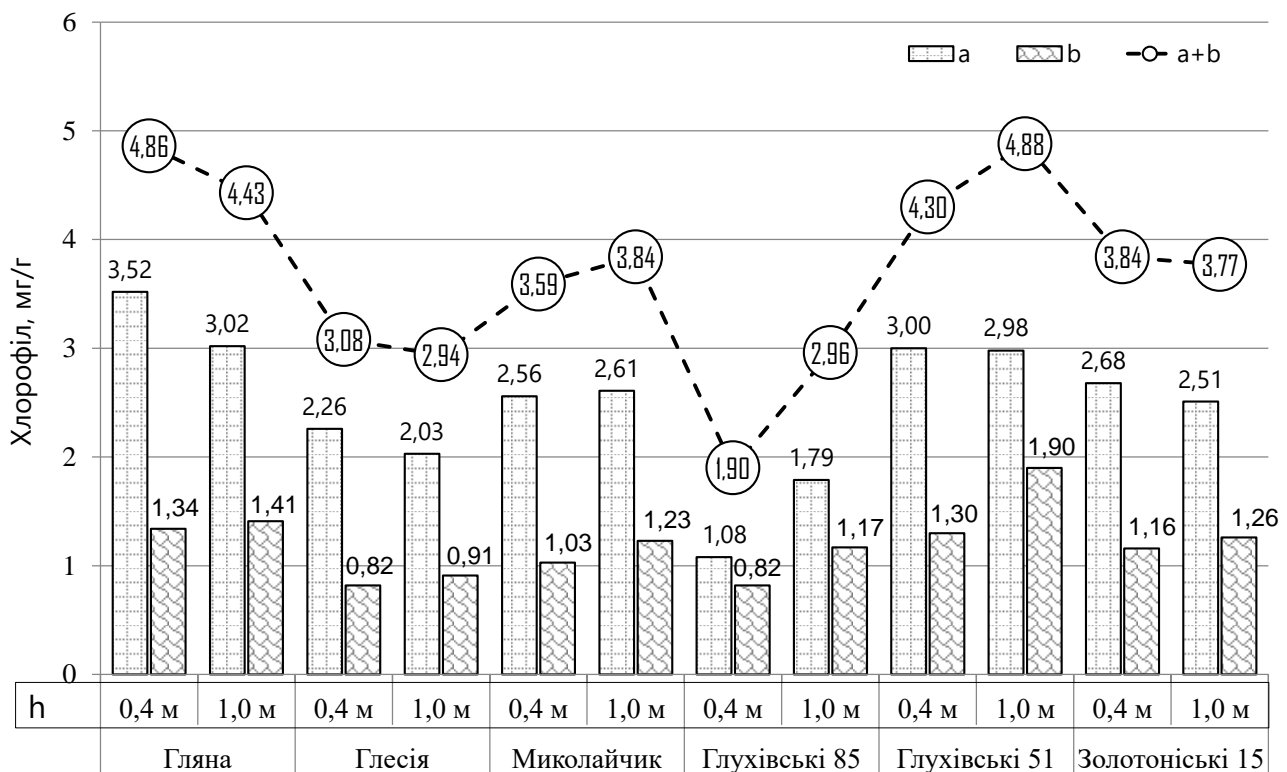


Рисунок 6 – Ярусна структура вмісту хлорофілів у листках конопель залежно від сорту, 2015-2017 рр.

ОЦІНЮВАННЯ ФІТОМЕЛІОРАТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ КОНОПЕЛЬ

Стійкою тенденцією останніх десятиліть є зростання площ земель, забруднених радіонуклідами та важкими металами (ВМ). Токсичність та висока собівартість хімічних меліорантів обумовлює необхідність розробки практичних шляхів ремедіації забруднених земель із використанням видів рослин з підвищеною акумулюючою здатністю. Невід'ємною частиною вирішення цього завдання є розробка базових параметрів формування фітомеліоративних посівів.

Загальну тенденцію до зміни динаміки транслокації неорганічних елементів у надземну частину рослин, залежно від сортових особливостей, умов та тривалості вегетації посівів конопель, аналізували на основі вмісту 42 елементів у розрізі груп лужноземельних металів, елементів лактиноїдної, актиноїдної групи, групи лужних металів, перехідних елементів та напівметалів.

За результатами досліджень узагальнено дані стосовно кількості основних елементів, що містяться (та виносяться із ґрунту) в одній тонні урожаю конопель в умовах зони досліджень (табл. 5).

Таблиця 5 – Вміст основних хімічних елементів в урожаї конопель, г/т, 2015 – 2017 рр.

Елемент	Солома		Насіння	
	<i>максимум</i>	<i>мінімум</i>	<i>максимум</i>	<i>мінімум</i>
K	6647,60	4109,64	12655,70	7112,40
P	1164,77	175,12	3758,40	2995,40
Mg	764,14	463,49	247,80	150,20
Ca	477,19	355,04	9355,10	6356,70
Mn	49,00	21,59	100,76	73,02
Na	46,87	6,56	7,89	3,45
Sr	34,44	22,84	2,46	1,45
Fe	31,89	14,69	12,55	8,10
Al	14,84	5,10	65,69	45,01
Ba	12,82	5,86	6,09	3,82
Zn	8,98	2,21	127,81	78,21
B	8,61	6,38	15,99	9,40
Rb	4,02	2,58	9,90	5,11
Cu	3,71	1,14	9,99	2,98
Ni	2,56	0,64	17,79	10,44

Встановлено, що більше 90 % від загальної маси елементів у соломі конопель складають калій, фосфор, магній та кальцій, тоді як у насінні цю частку формують калій, кальцій і фосфор. Індивідуальна частка інших елементів, як у соломі, так і у насінні не перевищувала одного відсотка.

Фітомеліоративні характеристики посівів оцінювали на основі даних щодо біологічного накопичення стронцію, групи високотоксичних та середньотоксичних ВМ (табл. 6).

Таблиця 6 – Коефіцієнт біологічного накопичення основних токсичних елементів рослинами конопель, залежно від сорту, фази збирання та ширини міжрядь, 2015 – 2017 рр.

Елементи	Гляна				Глесія				Середнє
	технічна		біологічна		технічна		біологічна		
	45 см	15 см	45 см	15 см	45 см	15 см	45 см	15 см	
Стабільні аналоги радіонуклідів*									
Sr	0,711	0,688	0,602	0,542	0,609	0,524	0,475	0,487	0,58
Середнє	0,60	0,56							
	0,63		0,53						
	0,64				0,52				
Група високотоксичних важких металів									
As	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0
Cd	0,275	0,315	0,318	0,163	0,118	0,148	0,115	0,187	0,21
Pb	0,021	0,029	0,038	0,02	0,012	0,025	0,021	0,03	0,02
Se	0	0	0,237	0,132	0	0	0,049	0,115	0,07
Zn	0,261	0,309	0,705	0,354	0,244	0,249	0,472	0,35	0,37
Середнє	0,56	0,655	1,3	0,67	0,375	0,424	0,659	0,684	0,66
	0,72	0,61							
	0,50		0,83						
0,80				0,54					
Група середньотоксичних важких металів									
Cr	0,009	0,01	0,007	0,007	0,01	0,01	0,003	0,005	0,01
Co	0,004	0,002	0,004	0,004	0,002	0,003	0,005	0,003	0
Ni	0,182	0,126	0,154	0,102	0,113	0,116	0,103	0,077	0,12
Cu	0,204	0,339	0,389	0,263	0,184	0,167	0,299	0,214	0,26
Середнє	0,40	0,48	0,55	0,38	0,31	0,30	0,41	0,30	0,39
	0,42	0,36							
	0,37		0,41						
0,45				0,33					

* - стабільні аналоги радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr

За звичайних умов стронцій є стабільним елементом, однак характеристики його міграцій у рослину та далі по трофічному ланцюгу є тотожними його радіоактивним формам. Середнє значення коефіцієнта біологічного накопичення (КБН) цього елемента було одним із найбільш високих у досліді, а саме 0,58. У розрізі сортів вищі середні значення КБН мав сорт Гляна – 0,64, проти 0,52 у сорту Глесія. Різниця у показниках пояснюється позиціонуванням сорту Гляна як

інтенсивного з високим рівнем засвоєння мінеральних елементів ґрунту. На користь цього положення також вказують вищі показники при збиранні посівів у фазі технічної стиглості, а саме – 0,63 проти 0,53 для урожаю, зібраного у фазі біологічної стиглості.

Як правило, забруднення територій важкими металами має комплексний характер. Сумарне значення показника КБН для групи високотоксичних ВМ склало 0,66. У порядку зменшення значень елементи ранжувались: цинк - 0,37; кадмій - 0,21; селен, рубідій та миш'як менше 0,1. Максимальне сумарне значення для групи, яке складало 1,3, забезпечував варіант із широкорядним посівом сорту Гляна при збиранні у фазу біологічної стиглості.

Таблиця 7 – Кількість основних токсичних елементів, що виноситься з ґрунту посівами конопель, залежно від сорту, фази збирання та ширини міжрядь, г/га, 2015 – 2017 рр.

Елементи	Гляна				Глесія				Середнє
	технічна		біологічна		технічна		біологічна		
	45 см	15 см	45 см	15 см	45 см	15 см	45 см	15 см	
Стабільні аналоги радіонуклідів									
Sr	123,33	199,77	199,07	262,38	98,82	123,35	147,75	196,92	168,93
Середнє	142,24	195,61							
	136,32		201,53						
	196,14				141,71				
Група високотоксичних важких металів									
As	0,05	0,06	0,06	0,04	0,01	0,05	0,04	0,09	0,05
Cd	0,15	0,26	0,29	0,26	0,05	0,1	0,11	0,26	0,18
Pb	0,58	1,29	1,93	1,45	0,31	0,99	0,97	2,04	1,2
Se	0	0	0,4	0,26	0	0	0,06	0,21	0,12
Zn	28,52	52,1	142,97	98,66	24,44	37,32	87,3	87,62	69,87
Середнє	29,3	53,71	145,65	100,67	24,81	38,46	88,48	90,22	71,42
	72,06	70,77							
	36,57		106,26						
	82,33				60,49				
Група середньотоксичних важких металів									
Cr	0,91	1,5	1,22	1,97	0,83	1,31	0,58	1,32	1,21
Co	0,08	0,06	0,17	0,23	0,05	0,09	0,17	0,15	0,13
Ni	9,98	11,1	16,09	14,82	5,91	9,51	9,79	10,24	10,93
Cu	8,4	21,54	29,67	27,74	6,74	9,93	20,72	20,85	18,2
Середнє	19,37	34,2	47,15	44,76	13,53	20,84	31,26	32,56	30,47
	27,83	33,09							
	21,99		38,93						
	36,37				24,55				

Для групи середньотоксичних ВМ середнє у досліді сумарне значення КБН склало 0,39. Домінуючі положення у структурі показника займали мідь (0,26) та нікель (0,12). Рівень біологічного накопичення хрому та кобальту складав менше 0,1. Тотожно попередній групі максимальне сумарне значення КБН – 0,55 було відмічено на широкорядних посівах рослин сорту Гляна у фазі біологічної стиглості.

Суттєва різниця у показниках концентрації токсичних елементів у стеблах і насінні конопель та відмінності у співвідношеннях між цими частинами урожаю, залежно від технології вирощування посівів, зумовили переважання окремих варіантів за показником кількості винесених із ґрунту токсичних елементів. Для стронцію, що накопичувався переважно у стеблах, максимальну ефективність 262,38 г/га забезпечувала технологія суцільних посівів сорту Гляна при збиранні у фазі біологічної стиглості.

Найбільшу сумарну кількість високотоксичних ВМ – 145,65 г/га виносили з ґрунту рослини широкорядного посіву цього ж сорту, які були зібрані у фазі біологічної стиглості. Підвищена концентрація високотоксичних ВМ саме у насінні конопель зумовили значно менші показники виносу при збиранні посівів у фазі технічної стиглості, а саме 36,57 проти 106, 26 при біологічному дозріванні.

МОНОКУЛЬТУРА КОНОПЕЛЬ

Коноплі посівні – один із небагатьох видів, здатних підтримувати стабільний рівень урожайності в умовах монокультури. Разом із цим підтримка такого стану вимагає внесення значної кількості мінеральних та органічних добрив.

Аналіз урожайності зеленцевих посівів конопель за роки проведення досліджень свідчить, що ділянки без застосування добрив (варіант 1) формували урожайність 3,3 т/га стебел із середньою висотою 152 см. Збільшення норми мінеральних і органічних добрив супроводжувалося покрововим зростанням середньої урожайності соломи до 6,9 та 7,3 т/га, відповідно, та покращенням показників її якості (табл. 8). Близький до максимального рівня врожайності соломи, а саме 7,2 т/га, забезпечував варіант із сумісним внесенням мінеральних та органічних добрив.

Для варіантів із внесенням мінеральних добрив статистично суттєве збільшення урожайності, в порівнянні з контролем, було відмічено при застосуванні норм $N_{60}P_{45}K_{45}$; та $N_{120}P_{90}K_{90}$. Внесення норми $N_{200}P_{100}K_{240}$ не супроводжувалося суттєвим зростанням урожайності, порівняно з попереднім варіантом.

Одним із показників оптимальності умов вегетації конопель у беззмінних посівах є відносно рівний розвиток стебел рослин культури. Найменша частка коротких стебел, які є підгонами, у загальній кількості стеблостою проявлялась у посівах варіантів 8 (6,2 %), 7 (6,4 %) та 5 (6,6 %).

Порівнюючи зміни вмісту гумусу до і після проведення п'ятирічного беззмінного вирощування конопель у контролі можна зробити висновок, що отримання врожаю культури відбувалось лише за рахунок природної родючості ґрунту.

Таблиця 8 – Урожайність та структура врожаю монокультури конопель, залежно від схеми внесення та норм добрив, т/га, 2009 – 2013 рр.

Варіанти досліджу		Урожайність соломи		Довжина стебел, см		Частка підгону, %
		т/га	± до контролю, т/га	загальна	технічна	
1	Без добрив (контроль)	3,3	0	152	120	12,3
2	N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	5,4	2,1	167	125	10,6
3	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	6,7	3,4	172	128	9,5
4	N ₂₀₀ P ₁₀₀ K ₂₄₀	6,9	3,6	188	132	7,9
5	Гній – 20 т/га	6,8	3,5	179	130	6,6
6	Гній – 40 т/га	7,0	3,7	191	134	8,1
7	Гній – 80 т/га	7,3	4,0	210	136	6,4
8	N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + гній – 20 т/га	7,2	3,9	209	137	6,2
НІР _{0,05}			0,24			

Бездефіцитний баланс гумусу спостерігався у варіантах із внесенням мінеральних добрив у нормі N₂₀₀P₁₀₀K₂₄₀ або 40 т/га гною. Зростання показників вмісту гумусу спостерігалось при внесенні 80 т/га гною або при сумісному застосуванні органічних та мінеральних добрив (рис. 6).

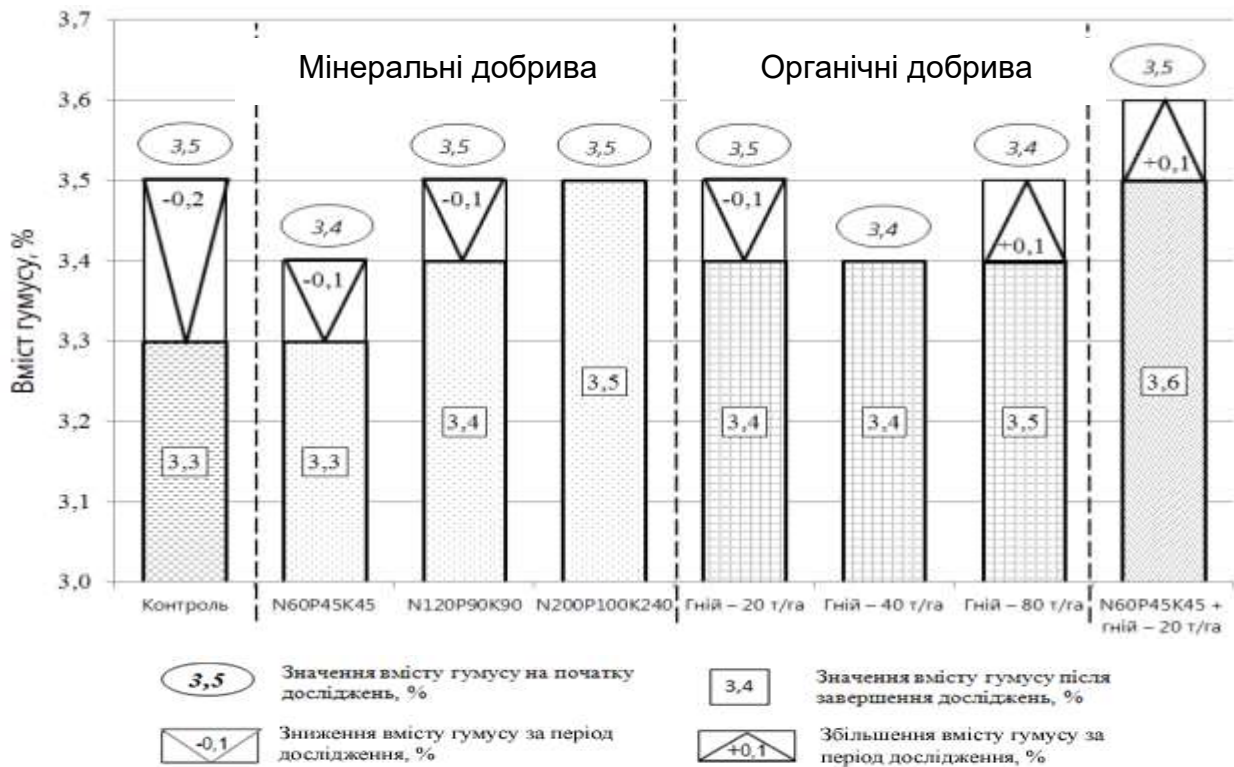


Рисунок 6 – Динаміка вмісту гумусу, залежно від норми добрив за 5-річний термін монокультури, 2009 – 2013 рр.

Оцінюючи зміни присутності сполук основних макроелементів у ґрунті, а саме загального азоту, рухомого фосфору та обмінного калію, встановлено, що при вирощуванні конопель у монокультурі спостерігалась від'ємна динаміка усіх елементів у варіантах 1-3 та 5 (табл. 9). Тобто внесення добрив у визначених нормах не компенсує виніс елементів із урожаєм. У варіантах 4 та 6 спостерігалась позитивна динаміка сполук загального азоту на фоні незначного зниження вмісту інших макроелементів. Однак, оцінюючи зміни присутності сполук загального азоту, необхідно враховувати той факт, що цей показник є дуже лабільним і може істотно коливатись протягом вегетаційного періоду, залежно від інтенсивності його використання.

Таблиця 9 – Вплив монокультури конопель на динаміку вмісту основних макроелементів в орному шарі ґрунту, 2009 – 2013 рр.

Варіанти дослідів	Агрохімічні показники орного шару ґрунту					
	загальний азот		рухомий фосфор		обмінний калій	
	мг/кг	зміни до попереднього аналізу	мг/кг	зміни до попереднього аналізу	мг/кг	зміни до попереднього аналізу
1	162	-71	84	-26	128	-06
2	174	-28	96	-24	110	-02
3	191	-30	98	-08	123	-04
4	213	+02	111	-06	130	-01
5	192	-23	107	-08	119	-05
6	241	+09	119	-04	110	-06
7	246	+33	115	+03	114	+01
8	234	+08	108	-01	132	0

У варіантах із максимальним внесенням гною (80 т/га) або при сумісному внесенні органічних і мінеральних добрив спостерігалась динаміка, яка вказувала на збереження рівня вмісту елементів живлення за результатами п'ятирічного вирощування конопель у монокультурі або його зростання.

У результаті досліджень вирощування конопель у монокультурі встановлено, що при достатньому внесенні добрив культура формувала врожайність соломи більше 7,0 т/га. Дослідження динаміки агрохімічних показників ґрунту та врожайності соломи конопель засвідчили, що сумісне внесення мінімальних норм мінеральних та органічних добрив у досліді майже рівноцінне варіанту із внесенням 80 т/га гною, де отримана максимальна врожайність – 7,3 т/га. Тобто, комплексне внесення мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{45}K_{45}$ плюс 20 т гною за динамікою основних агрохімічних характеристик ґрунту та врожайністю соломи замінює 40 та більше тонн гною на 1 га.

ВИРОЩУВАННЯ КОНОПЕЛЬ НА ТОВАРНЕ НАСІННЯ

Специфічний хімічний склад плодів конопель зумовив зростання попиту на товарне насіння як сировину для харчової та фармацевтичної промисловості. Метою досліджень, проведених у 2009-2011 рр., було визначення базових параметрів сівби і раціональних норм внесення мінеральних добрив для отримання товарного насіння конопель.

За умов несуттєвої різниці у показниках польової схожості насіння ділянки з різною нормою висіву та нормою внесення мінеральних добрив суттєво відрізнялися за показниками передзбиральної густоти. Було встановлено, що різниця у показниках кінцевої густоти визначалася рівнем виживання у посівах ювенільних рослин та частково рослин у фазах бутонізації та цвітіння. На основі фактичних показників передзбиральної густоти посіву було розраховано регресійні моделі та визначено поправкові коефіцієнти для норми висіву насіння. Найвище значення коефіцієнта 1,2 було на ділянках із використанням мінімальної (припосівної) норми внесення добрив. Із покроковим збільшенням норми добрив відбувалось зменшення різниці між нормою висіву та кінцевою густотою. Значення коефіцієнта склали 1,10; 1,09; 1,06; та 1,06 на варіантах із нормою внесення добрив $N_{30}P_{15}K_{15}+N_{15}P_{15}K_{15}$; $N_{45}P_{30}K_{30}+N_{15}P_{15}K_{15}$; $N_{75}P_{45}K_{45}+N_{15}P_{15}K_{15}$ та $N_{105}P_{75}K_{75}+N_{15}P_{15}K_{15}$ відповідно.

Стримуючим фактором зростання урожайності насіння в широкорядних посівах конопель була недостатня динаміка продуктивності рослин під впливом факторів густоти посіву (норми висіву насіння) та норми добрив (рис. 7).

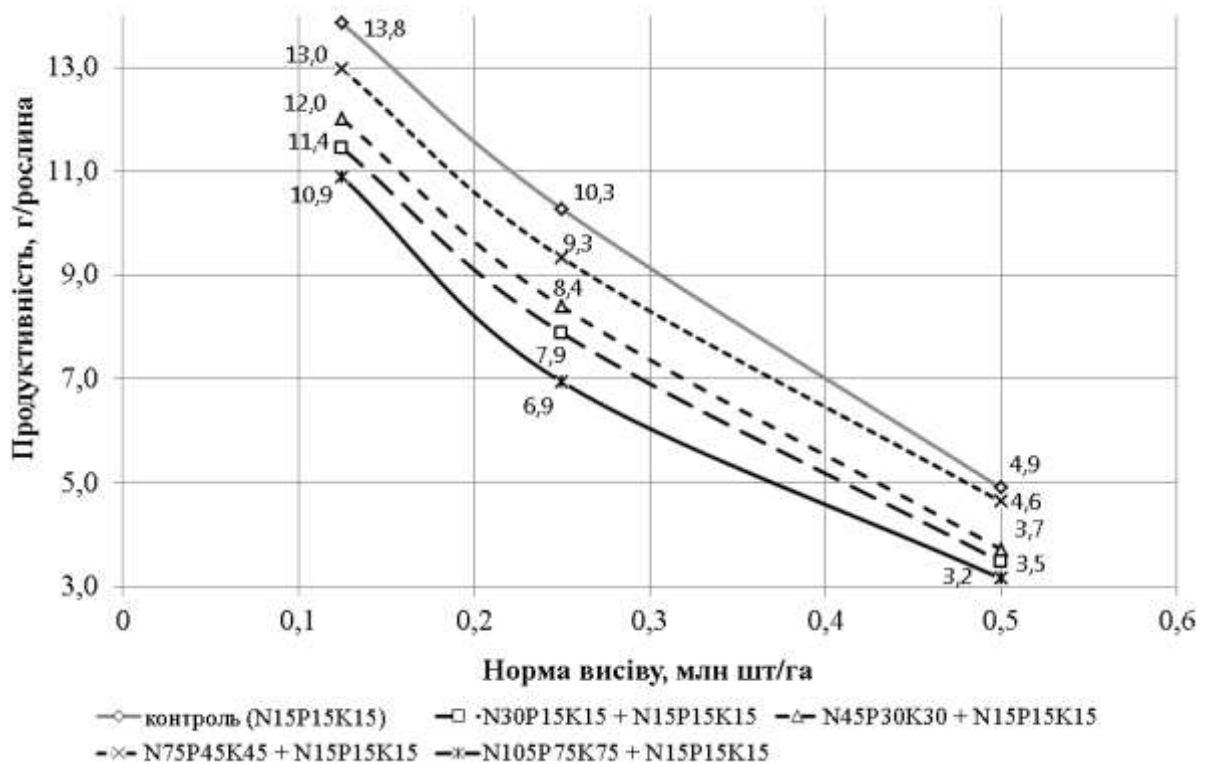


Рисунок 7 – Динаміка продуктивності рослин, залежно від норми висіву насіння та норми внесення мінеральних добрив, 2009-2011 рр.

Так, діапазон насінневої продуктивності рослин у досліді змінювався від 3,2 г/рослину у варіантах із внесенням $N_{15}P_{15}K_{15}$ до 13,8 г/рослину у варіантах із максимальною нормою добрив $N_{105}P_{75}K_{75} + N_{15}P_{15}K_{15}$. Відносно пропорційне зростання продуктивності рослин при збільшенні їх площі живлення (незалежно від норми добрив) спостерігалось лише на ділянках із нормою висіву 0,5 та 0,25 млн шт/га. Зменшення норми висіву насіння менше 0,25 млн шт/га не компенсувалося суттєвим зростанням індивідуальної насінневої продуктивності рослин.

У таблиці 10 подано дані щодо урожайності товарного насіння. У розрізі варіантів із різними нормами висіву найменші значення урожаю були відмічені на ділянках контролю при використанні лише припосівної норми мінеральних добрив $N_{15}P_{15}K_{15}$.

Таблиця 10 – Урожайність конопель, залежно від норм висіву насіння та норм внесення мінеральних добрив, 2009 – 2011 рр.

Варіанти дослідів		Урожайність, т/га									
		товарного насіння		соломи		середнє для варіанту					
А	В	т/га	± до контролю	т/га	± до контролю	насіння		соломи			
норма висіву насіння, млн. шт/га	норма добрив, кг д. р./га					А	В	А	В		
0,125	$N_{15}P_{15}K_{15}$ (К)	1,36		5,23		1,53	1,83	6,18	6,44		
	$N_{30}P_{15}K_{15} + N_{15}P_{15}K_{15}$	1,43	+ 0,07	5,71	+ 0,47					1,73	5,78
	$N_{45}P_{30}K_{30} + N_{15}P_{15}K_{15}$	1,5	+ 0,14	6,26	+ 1,03					2,11	7,01
	$N_{75}P_{45}K_{45} + N_{15}P_{15}K_{15}$	1,62	+ 0,25	6,52	+ 1,3					2,27	7,58
	$N_{105}P_{75}K_{75} + N_{15}P_{15}K_{15}$	1,73	+ 0,36	7,16	+ 1,93						
0,25	$N_{15}P_{15}K_{15}$ (К)	1,77		5,06		2,18	6,20				
	$N_{30}P_{15}K_{15} + N_{15}P_{15}K_{15}$	2,01	+ 0,22	5,6	+ 0,53						
	$N_{45}P_{30}K_{30} + N_{15}P_{15}K_{15}$	2,14	+ 0,36	6,19	+ 1,13						
	$N_{75}P_{45}K_{45} + N_{15}P_{15}K_{15}$	2,38	+ 0,6	6,81	+ 1,74						
	$N_{105}P_{75}K_{75} + N_{15}P_{15}K_{15}$	2,62	+ 0,84	7,33	+ 2,26						
0,5	$N_{15}P_{15}K_{15}$ (К)	1,58		5,37		1,99	6,84				
	$N_{30}P_{15}K_{15} + N_{15}P_{15}K_{15}$	1,74	+ 0,16	6,02	+ 0,64						
	$N_{45}P_{30}K_{30} + N_{15}P_{15}K_{15}$	1,86	+ 0,28	6,87	+ 1,5						
	$N_{75}P_{45}K_{45} + N_{15}P_{15}K_{15}$	2,32	+ 0,74	7,69	+ 2,31						
	$N_{105}P_{75}K_{75} + N_{15}P_{15}K_{15}$	2,45	+ 0,9	8,25	+ 2,88						
НІР _{0,05}			0,082		0,124						

Середня урожайність товарного насіння для варіантів із нормою висіву 0,125, 0,25 та 0,5 млн шт/га була 1,53, 2,18 та 1,99 т/га відповідно. У розрізі варіантів із різними нормами добрив на контролі вона склала 1,57 т/га, у варіанті $N_{30}P_{15}K_{15} + N_{15}P_{15}K_{15}$ – 1,73 т/га та у варіантах із внесенням $N_{45}P_{30}K_{30} + N_{15}P_{15}K_{15}$; $N_{75}P_{45}K_{45} + N_{15}P_{15}K_{15}$ й $N_{105}P_{75}K_{75} + N_{15}P_{15}K_{15}$ – 1,83, 2,11 та 2,27 т/га відповідно. Найвища у досліді прибавка врожаю, порівняно з контрольним варіантом, склала +0,9 т/га на варіанті із максимальними нормами висіву насіння та внесення добрив. Близький показник, а саме +0,84 т/га, було відмічено на варіанті з нормою висіву 0,25 млн шт/га за внесення аналогічної норми добрив. Кращий урожай соломи конопель в середньому за три роки досліджень отримали за використання максимальної норми мінеральних добрив – $N_{105}P_{75}K_{75} + N_{15}P_{15}K_{15}$ із нормою висіву насіння 0,5 млн шт/га – 8,25 т/га. Цей же варіант забезпечував максимальний, порівняно з контролем, рівень прибавки урожайності – 2,88 т/га.

Інформативною, у розумінні технологічних та селекційних завдань із виокремлення насіннєвого напрямку культури, є динаміка зміни показника частки урожаю насіння (у загальній масі надземної частини рослин) залежно від норм висіву насіння та внесення мінеральних добрив. Мінімальну частку насіння – 19,9 % формували посіви з нормою висіву 0,125 млн шт/га. Дещо вищим (22,5 %) було середнє значення даного показника при використанні норми висіву 0,5 млн шт/га. Найвищі показники – більше 26,1 % демонстрували посіви з нормою висіву 0,25 млн шт/га. Мінливість значень у розрізі фактора норми добрив (незалежно від норми висіву насіння) була несуттєвою.

Наразі солома конопель як натуральна сировина залишається важливою складовою ефективності вирощування культури на товарне насіння (рис. 8).

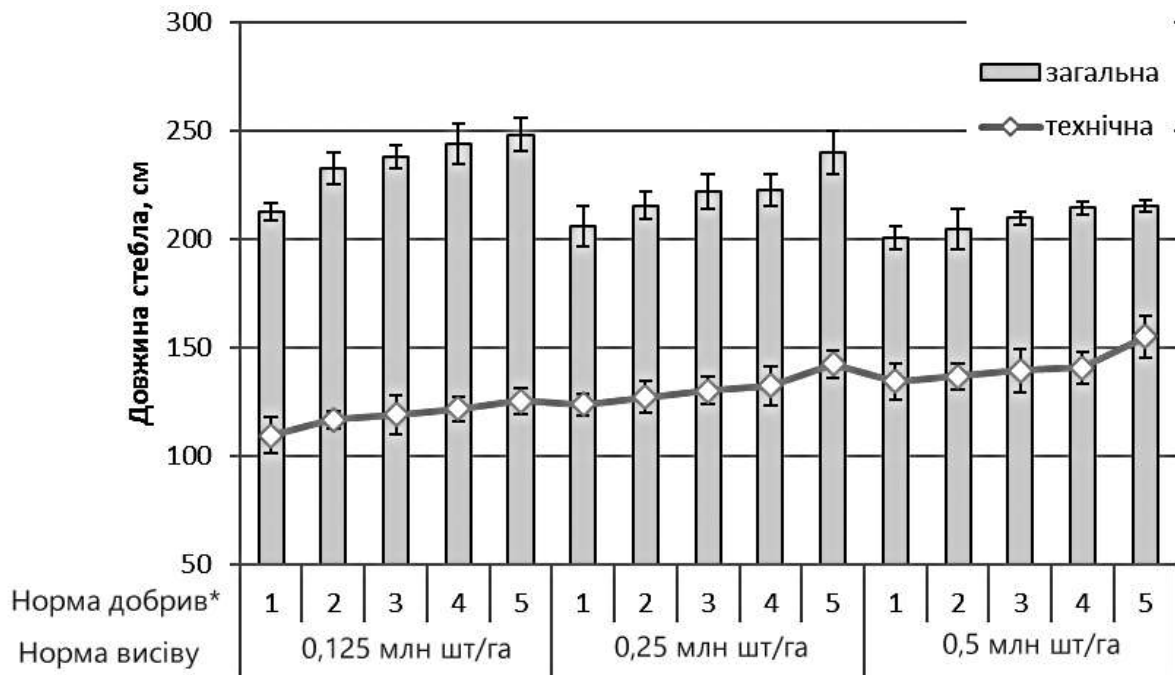


Рисунок 8 – Формування довжини стебла рослин конопель за різних умов вирощування 2009 – 2011 рр.*В1 – контроль ($N_{15}P_{15}K_{15}$); 2 – $N_{30}P_{15}K_{15} + N_{15}P_{15}K_{15}$; 3 – $N_{45}P_{30}K_{30} + N_{15}P_{15}K_{15}$; 4 – $N_{75}P_{45}K_{45} + N_{15}P_{15}K_{15}$; 5 – $N_{105}P_{75}K_{75} + N_{15}P_{15}K_{15}$.

У середньому за роками та залежно від варіанту досліду амплітуда мінливості загальної довжини стебел змінювалася у межах від 200 см (рослини культури з посівів на контролі з нормою висіву насіння 0,5 млн шт/га) до 248 см (рослини з посівів на варіанті 5 з нормою висіву 0,125 млн шт/га), технічна довжина стебел – від 110 см (на ділянках контролю з нормою висіву насіння 0,125 млн шт/га) до 155 см (рослини конопель із посівів варіанту 5 з нормою висіву насіння 0,5 млн шт/га). Залежно від величини норм висіву насіння культури, загальна довжина стебла у рослин на посівах зростала із зменшенням норми висіву. Такі зміни можна пояснити більш оптимальними світловими енергетичними режимами у процесі вегетації і можливостями таких рослин здійснювати процеси фотосинтезу в умовах меншої конкуренції за дефіцитні фактори середовища.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КОНОПЕЛЬ РІЗНИХ НАПРЯМІВ ВИКОРИСТАННЯ

Сьогодні в Україні коноплі вирощують для отримання товарного насіння, на зеленець та двобічне використання. Кожний із технологічних напрямів базується на особливостях вирощування, збирання, переробки та забезпечує різну економічну ефективність.

Найвищу економічну ефективність у дослідженнях забезпечувала технологія отримання товарного насіння (табл. 11). Залежно від норми висіву насіння та мінеральних добрив, рівень рентабельності склав 126,0 – 225,6 %. Найбільшу ефективність – 225,6 % забезпечував варіант із нормою висіву 0,25 млн шт/га та внесення мінеральних добрив у нормі $N_{15}P_{15}K_{15}$.

Таблиця 11 – Рентабельність вирощування товарного насіння конопель, залежно від норми висіву та мінеральних добрив, %, 2009 – 2011 рр.

Норма мінеральних добрив, кг д. р./га	Норма висіву насіння, млн шт/га			Середнє
	0,125	0,25	0,5	
$N_{15}P_{15}K_{15}$	171,8	225,6	190,3	195,9
$N_{30}P_{15}K_{15} + N_{15}P_{15}K_{15}$	155,4	223,8	184,0	187,7
$N_{45}P_{30}K_{30} + N_{15}P_{15}K_{15}$	147,1	216,8	179,1	181,0
$N_{75}P_{45}K_{45} + N_{15}P_{15}K_{15}$	140,4	216,7	204,3	187,1
$N_{105}P_{75}K_{75} + N_{15}P_{15}K_{15}$	126,0	205,4	185,2	172,2
Середнє	148,2	217,6	188,6	

Мінімальні показники економічної ефективності було відмічено у досліді з монокультурою конопель (табл. 12). Зростання витрат на підтримку стабільності агрохімічних показників ґрунту не забезпечувалися пропорційним зростанням урожайності культури. Так, лише один із варіантів, а саме з комплексним внесенням органічних добрив (гною) нормою 20 т/га та мінеральних – $N_{60}P_{45}K_{45}$ мав мінімальні позитивні економічні показники – прибуток 1480,5 грн/га з рівнем рентабельності 5,4 % поряд із бездефіцитним балансом основних елементів живлення.

Таблиця 12 – Економічна ефективність монокультури конопель, залежно від схеми та норми внесення добрив, 2009 – 2013 рр.

Варіант	Урожайність соломи, т/га	Виробничі витрати, грн/га	Дохід, грн/га	Прибуток / збиток, грн/га	Рентабельність, %
Без застосування добрив (контроль)	3,3	19182,0	13200,0	-5982,0	-31,2
N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	5,4	23464,5	21600,0	-1864,5	-7,9
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	6,7	27747,0	26800,0	-947,0	-3,4
N ₂₀₀ P ₁₀₀ K ₂₄₀	6,9	33402,5	27600,0	-5802,5	-17,4
Гній – 20 т/га	6,8	25182,0	27200,0	2018,0	8,0
Гній – 40 т/га	7,0	31182,0	28000,0	-3182,0	-10,2
Гній – 80 т/га	7,3	43182,0	29200,0	-13982,0	-32,4
N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅ + гній 20 т/га	7,2	27319,5	28800,0	1480,5	5,4

Низький рівень економічної ефективності вирощування конопель на зеленець у монокультурі пояснюється відносно високою вартістю насінневого матеріалу, додатковими витратами на збирання та недостатньо обґрунтованими існуючими цінами на сировину. Основним завданням цієї технології є отримання високоякісної волокнистої сировини, основний економічний зиск від якої передбачається одержати при подальшій переробці.

Останнім часом все більшого розповсюдження серед товаровиробників набуває технологія вирощування конопель посівних на «двобічне використання», коли однаково важливим є досягнення високої продуктивності та якості як товарного насіння, так і соломи. Залежно від параметрів посіву рентабельність цього напрямку у досліді склала від 82,1 до 169,2 % (табл. 13). Найвищі прибуток та рентабельність – 33814,6 грн/га та 169,2 %, відповідно було отримано на варіанті із розрахунковою густиною 1,0 млн шт/га, що забезпечував максимальну урожайність насіння (1,7 т/га) при середніх показниках урожайності соломи.

Таблиця 13 – Економічна ефективність вирощування конопель на двобічне використання, 2014 – 2016 рр.

Розрахункова густина посіву, млн. шт/га	Урожайність, т/га		Витрати на вирощування, грн/га	Дохід, грн/га	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
	соломи	насіння				
0,5	5,5	1,5	18355,5	47250,0	28894,5	157,4
1,0	6,4	1,7	19985,4	53800,0	33814,6	169,2
1,5	6,9	1,6	21177,5	51950,0	30772,5	145,3
2,0	7,2	1,4	22443,4	47200,0	24756,6	110,3
2,5	7,0	1,2	22905,6	41700,0	18794,4	82,1

У зв'язку з невідповідністю цінових котувань зростання урожайності соломи, що відбувається за рахунок зменшення урожайності насіння, супроводжувалося збільшенням витрат (у сегменті вартості насіння) та зменшенням значень основних показників економічної ефективності.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення практичного завдання з підвищення продуктивності культури конопель шляхом її технологічної диференціації з обґрунтуванням базових параметрів технологій вирощування на двобічне використання, для отримання товарного насіння, фітомеліоративних посівів та монокультури.

1. Встановлено, що поглинання падаючого потоку ФАР посівом конопель станом на 24.05; 24.06; 24.07; 24.08 та 24.09 складає в середньому 41,0; 68,1; 84,8; 79,9 та 66,4 % від падаючого потоку ФАР. Невідповідність дат максимального надходження та максимального поглинання ФАР посівами в зоні досліджень складає 18-24 доби. Найвищий рівень поглинання забезпечується посівами з розрахунковою густиною рослин 2,0 та 2,5 млн шт/га.

2. Визначено, що суттєве зниження світлоутримуючої здатності посівів конопель, що розпочинається з фази цвітіння, є визначальним фактором повторного забур'янення. Статистично суттєве зростання кількості та середньої маси бур'янів відмічається в посівах із розрахунковою густиною рослин менше 2,0 млн шт/га, які затримують менше 80 % падаючого потоку ФАР.

3. Встановлено, що оптимальною для формування урожайності посівів конопель двобічного використання є розрахункова передзбиральна густина рослин 2,0 млн шт/га. Такі посіви формують урожайність соломи 7,2 т/га з виходом волокна 30,9 % із якого 26,2 % – довгого та урожайність насіння – 1,4 т/га.

4. За результатами аналізів встановлено, що найвищий рівень потенційної жаростійкості за показником фотофізичних процесів у хлоропластах мають сорти Глесія та Гляна, показники RFD яких становлять 2,07 та 1,96 відповідно. Останній сорт має найвищі показники водоутримуючої здатності клітин. Втрата води із клітин цього сорту через 6 годин не перевищує 40%.

5. Визначено значення та діапазон вмісту хлорофілу у різних сортах конопель, а саме 2,6 – 4,9 мг/г або 1,8 – 3,2 мг/дм² листової поверхні. Максимальну частку «тіневитривалого» хлорофілу b мають сорти Глухівські 85, Золотоніські 15 та Глухівські 51 – 31,3; 30,3 та 30,2 % відповідно. Найвищу концентрацію хлорофілу b у нижньому ярусі листків – 1,9 мг/г або 38,9 % від загальної кількості має сорт Глухівські 51.

6. Встановлено середні показники та діапазон вмісту основних хімічних елементів. Так, в умовах зони досліджень одна тонна урожаю соломи містить: калію 6,65-4,11 кг; фосфору 1,16-0,18 кг; магнію 0,76-0,46 кг. Урожаю насіння – калію 12,65-7,12 кг; фосфору 3,76-2,99 кг; кальцію 9,35-6,35 кг.

7. Визначено середні значення коефіцієнта біологічного накопичення токсичних елементів у надземній частині конопель, а саме 0,58 для стронцію, 0,66 та

0,39 сумарно для груп високотоксичних та середньотоксичних важких металів відповідно.

8. Встановлено, що максимальний рівень винесення із ґрунту стронцію (262,38 г/га) забезпечують суцільні посіви сорту Гляна, зібрані у фазі біологічної стиглості. Найвищі сумарні показники винесення для груп високотоксичних – 145,65 г/га та середньотоксичних ВМ – 47,15 г/га забезпечують широкорядні посіви сорту Гляна, зібрані у період біологічної стиглості.

9. Експериментально доведено, що монокультура конопель забезпечує стабільний та позитивний баланс гумусу й основних макроелементів за умов щорічного внесення 40 і більше тонн гною на 1 га або комплексному внесенні 20 т/га гною + $N_{60}P_{45}K_{45}$. Середня урожайність соломи, що формується за таких умов, перевищує 7,0 т/га із загальною довжиною стебел вище 190 см та технічною довжиною понад 134 см.

10. Визначено поправковий коефіцієнт для сівби широкорядних посівів на розрахункову передзбиральну густоту. Максимальне значення коефіцієнта 1,2 мають посіви з мінімальною нормою добрив – $N_{15}P_{15}K_{15}$. Зі збільшенням норми мінеральних добрив значення коефіцієнта зменшується. Посіви з нормою добрив $N_{105}P_{75}K_{75} + N_{15}P_{15}K_{15}$ мають мінімальне значення поправкового коефіцієнта – 1,07.

11. Встановлено, що в умовах широкорядних посівів зменшення норми висіву насіння менше 0,25 млн шт/га не компенсується суттєвим зростанням індивідуальної насінневої продуктивності рослин. Діапазон продуктивності рослин за такої норми висіву при внесенні різних норм мінеральних добрив складає від 6,9 до 10,2 г/рослину.

12. Максимальна урожайність посівів конопель для отримання товарного насіння – 2,18 т/га забезпечується використанням норми висіву 0,25 млн шт/га. За цих умов урожайність соломи, як побічної продукції, складає 6,2 т/га. Покрокове збільшення норм мінеральних добрив із $N_{15}P_{15}K_{15}$ до $N_{105}P_{75}K_{75} + N_{15}P_{15}K_{15}$ супроводжується зростанням урожайності насіння із 1,57 до 2,27 т/га, соломи – 5,22 до 7,58 т/га.

13. Максимальна частка урожаю насіння як основної продукції 26,1 % від загальної фітомаси забезпечується використанням норми висіву 0,25 млн шт/га. Зниження норми висіву до 0,125 млн шт/га або збільшення до 0,5 млн шт/га супроводжується зменшенням частки основного урожаю до 19,9 та 22,5 % відповідно.

14. Найвищу економічну ефективність забезпечують посіви конопель для отримання товарного насіння. Залежно від норми висіву насіння та внесення мінеральних добрив рентабельність їх вирощування складає 126,0 – 225,6 %. Максимальний рівень рентабельності забезпечує варіант із нормою висіву 0,25 млн шт/га та внесенням мінеральних добрив нормою $N_{15}P_{15}K_{15}$.

15. Вирощування зеленцевих посівів конопель в умовах монокультури, що підтримує позитивний або стабільний баланс гумусу й основних макроелементів, забезпечує рівень рентабельності на рівні 5, 4 % за умови комплексного внесення гною нормою 20 т/га та мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{45}K_{45}$. Інші схеми підтримання монокультури економічно необґрунтовані або не забезпечують бездефіцитний баланс гумусу та основних макроелементів.

16. Економічна ефективність технології на двобічне використання урожаю визначається співвідношенням цін на товарне насіння та солому. Максимальні значення показників економічної ефективності забезпечують посіви, сформовані на кінцеву густоту рослин 1,0 млн шт/га, які мають найвищий рівень урожайності насіння – прибуток 33814,6 грн/га при рентабельності 169,2 %. Зниження урожайності насіння (незалежно від урожайності соломи) супроводжується зменшенням показників доходу та рентабельності.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Державним адміністраціям та Департаментам АПР коноплесіючих регіонів:

у програмах розвитку територій передбачити зростання посівних площ під коноплями як високорентабельною культурою з широким спектром використання урожаю;

використовувати культуру конопель у програмах ремедіації земель радіаційного забруднення та комплексного забруднення важкими металами.

Науковим установам та ВНЗ аграрного профілю:

- активізувати дослідження з технологічного та селекційного забезпечення диференціації культури конопель за напрямками зернового, двобічного та фітомеліоративного використання;

- технологічну адаптованість сортів конопель до умов посівів зернового, двобічного та фітомеліоративного використання проводити з урахуванням комплексу ознак розвитку фотосинтетичного апарату рослин.

Виробникам товарної продукції різних форм власності:

при планування сортового асортименту враховувати особливості роботи фотосинтетичного апарату рослин:

- для умов посівів, спрямованих на отримання товарного насіння, використовувати сорти Гляна та Глесія;

- для посівів із підвищеною густотою рослин – сорти Глухівські 51, Глухівські 85 та Золотоніські 15;

при розробці та реалізації технологій:

- вирощування конопель на двобічне використання застосовувати суцільні посіви з розрахунковою густотою рослин 1,0 млн шт/га;

- для отримання товарного насіння конопель використовувати ширококорядні посіви з нормою висіву 0,25 млн шт/га при нормі внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{30}K_{30} + N_{15}P_{15}K_{15}$;

- при вирощуванні конопель у монокультурі забезпечувати бездефіцитний баланс гумусу та основних мікроелементів за рахунок щорічного внесення гною нормою 40 і більше т/га або комплексним внесенням гною дозою 20 т/га та мінеральних добрив дозою $N_{60}P_{45}K_{45}$.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії

1. Кабанець В. М. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України : монографія / редкол.: М.В. Зубець (голова) та ін. К.: Аграрна наука, 2010. 986 с. С. 333-335 (0,5 % авторства, написання підрозділу, 3 стор.).
2. Кабанець В. М. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і західному регіоні України : монографія / редкол.: М.В. Зубець (голова) та ін. К.: Аграрна наука, 2010. 944 с. С. 268-272 (0,5 % авторства, написання підрозділу, 4 сторінки).
3. Коноплі: монографія / [Автори]; за ред. М. Д. Мигалья, В. М. Кабанця. Суми : Видавничий будинок «Еллада», 2011. 384 с. С. 8–14, 49–77, 172–215, 337–360. (15 % авторства, написання розділів, 100 стор).
4. Федоренко В. П., Кабанець В. В., Кабанець В. М. Шкідники конопель посівних : монографія. Суми. ФОП «Щербина І.В.», 2016. 192 с. (10 % авторства, планування експериментів, узагальнення результатів).
5. Трансфер інноваційних технологій в агропромислове виробництво регіонів України : монографія / Я. М. Гадзало, А. В. Балян, С. А. Володін, В. М. Польовий, Г. В. Спаський, І. М. Семеняка, В. М. Кабанець, В. С. Осадчук, О. О. Вінюков, Р. А. Вожегова, І. М. Криворучко, Ю. М. Носенко, О. В. Вербова, К. І. Шейко, В. А. Георгієв, О. І. Чекамова, М. М. Русняк / за ред. Я. М. Гадзало, А. В. Балян, С. А. Володін. К.: Аграрна наука, 2016. 244 с. (5 % авторства, планування й виконання експериментів, узагальнення результатів).
6. Агроекономічні та екологічні аспекти встановлення оптимального рівня врожайності нових сортів сільськогосподарських культур : монографія / О. В. Харченко, В. І. Прасол, В. М. Кабанець, М. Г. Собко / за ред. О. В. Харченко. Суми. ФОП «Щербина І.В.», 2017. 154 с. С. 74–81 (5 % авторства, написання розділу, 8 стор.).
7. Бізнес-планування розвитку сільськогосподарського виробництва в умовах Північного Сходу України : монографія / за заг. ред. В. М. Кабанця, А. В. Чупіса. Суми. ВВП «Мрія-1», 2018. 280 с. (20 % авторства, узагальнення результатів, написання монографії).
8. Rudnyk-Ivashchenko O. I., Kabanets V. M., Mykhalska L. M., Schwartau V. V. Metal Toxicity in Higher Plants. Determination of Metal Content in Two Genotypes of *Cannabis sativa* L. under Different Environmental Conditions through ICP-MS Analysis. Nova, 2020. 268 p. P. 214–235 (2 % авторства, написання розділу, 22 стор.).

Статті у фахових виданнях України

9. Кабанець В. М., Мигаль М. Д. Сучасні селекційно-генетичні дослідження конопель. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2009. № 8. С. 50–53. (50 % авторства: планування й виконання експерименту, узагальнення результатів, написання статті).

10. Кабанець В. М. Галузі льонарства та коноплярства України: стан та перспективи. *Збірник наукових праць Інституту луб'яних культур УААН*. Глухів, 2009. Вип. 5. С. 3–7.

11. Кабанець В. М., Мигаль М. Д. Ідентифікація сортів конопель за морфологічними ознаками. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2011. № 10. С. 42–44. (50 % авторства: планування й виконання експерименту, узагальнення результатів, написання статті).

12. Кабанець В. М., Мигаль М. Д., Конопля К. В. Вплив внутрішніх факторів рослин конопель на насінневу продуктивність. *Збірник наукових праць Інституту луб'яних культур та ФФС НААН*. Глухів, 2011. Вип. 1 (6). С. 21–40. (35 % авторства: планування й виконання експерименту, узагальнення результатів, написання статті).

13. В. М. Кабанець, В. Г. Вировець, І. М. Лайко. Досягнення і перспективи селекції конопель на підвищення насінневої продуктивності. *Збірник наукових праць «Луб'яні та технічні культури»*. Глухів, 2012. Вип. 2 (7). С. 13–27. (30 % авторства: планування й виконання експерименту, узагальнення результатів, написання статті).

14. Кабанець В. М. Вплив світлових режимів на якість волокна конопель. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2017. № 4. С. 23–27.

15. Кабанець В. М. Особливості світлових режимів у посівах конопель посівних. *Вісник Сумського НАУ, серія «Агрономія і біологія»*. Суми, 2016. Вип. 9 (32). С. 101–106.

16. Кабанець В. М. Вплив добрив і норм висіву насіння на продуктивність рослин конопель сорту Гляна. *Збірник наукових праць «Агропромислове виробництво Полісся»*. Житомир, 2017. № 10. С. 42–45.

17. Кабанець В. М. Коноплі посівні – фітомеліоративна культура. *Збірник наукових праць «Агробіологія»*. Біла Церква, 2017. № 2 (135). С. 142–149.

18. Кабанець В. М. Формування параметрів посівів рослин конопель сорту Гляна залежно від технологічних заходів. *Науково-виробничий журнал «Вісник Уманського національного університету садівництва»*. Умань, 2017. № 2. С. 36–40.

19. Кабанець В. М., Швартау В. В., Матус В. М., Михальська Л. М. Фітомеліоративні властивості рослин *Cannabis sativa* L. залежно від сортових особливостей культури. *Науково-практичний журнал «Plant Varieties Studying and Protection» («Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин»)*, Український інститут експертизи сортів рослин. Київ, 2017. Том 13. № 4. С. 423–428. (25 % авторства: планування й виконання експерименту, узагальнення результатів, написання статті).

20. Кабанець В. М. Мінливість біометричних показників рослин конопель сорту Гляна за умов вирощування. *Науково-практичний журнал «Таврійський науковий вісник»*, Херсонський державний аграрний університет. Херсон, 2018. Випуск 99. С. 52–60.

21. Кабанець В. М. Вплив мікроелементів та вапнування на окупність добрив при вирощуванні конопель посівних в монокультурі. *Збірник наукових праць «Луб'яні та технічні культури»*. Глухів, 2017. Випуск 5 (10). С. 163–168.

22. Кабанець В. М. Функціональна діагностика адаптованості рослин *Cannabis* до умов посухи. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Зрошуване землеробство»*. Херсон, 2017. Вип. 68. С. 17–22.

23. Кабанець В. М. Динаміка формування пігментів у листках рослин *Cannabis sativa* L. за фазами розвитку. *Науково-теоретичне видання «Агроекологічний журнал»*. Київ, 2018. Вип. 1. С. 102–107.

24. Кабанець В. М. Вплив параметрів світлового потоку на формування повторного забур'янення конопель посівних. *Вісник Сумського НАУ, серія «Агрономія і біологія»*. Суми, 2020. Вип. 1 (39). С. 101–107.

25. Кабанець В. М., Бердін С. І. Вплив беззмінних посівів конопель посівних на агрохімічні показники орного шару ґрунту. *«Аграрні інновації»*. Херсон, 2020. № 3. С. 33–39. (80 % авторства: планування й виконання експерименту, узагальнення результатів, написання статті).

Статті у міжнародних виданнях

26. Kabanets Viktor, Hiliazetdinov Rubil, Zhuplatova Liudmyla. Activities of the Institute of Bast Crops of the National Academy of Agrarian Sciences, Ukraine. *«Euroflax»*. Poznan, Poland, 2010. № 1 (33). P. 13–14. (35 % авторства: планування та виконання досліджень, узагальнення результатів, написання статті).

27. Kabanets V. Influence of agro-technical measures on the accumulation of cadmium (Cd) by hemp plants. *«Danish Scientific Journal»*. København V, Denmark, 2020. Vol. 2. № 37. P. 5–7.

28. Kabanets V. Influence of variety features of hemp on dynamics of water deficit of leaf tissues. *«Danish Scientific Journal»*. København V, Denmark, 2020. Vol. 2. № 42. P. 3–6.

Рекомендації

29. Кабанець В. М., Гілятзедінов Р. Н., Коваленко О. Л., Кулик В. М. Рекомендації по вирощуванню льону-довгунця і конопель різних напрямків використання (науково-практичні рекомендації). Глухів. ДСЛК ІСГПС НААН, 2013. 16 с. (25 % авторства: планування, виконання експериментів, написання).

30. Кабанець В. М., Кабанець В. В. Особливості вирощування конопель посівних на зерно в умовах північно-східного Лісостепу України (методичні рекомендації). Сад. ІСГПС НААН, 2018. 32 с. (50 % авторства: планування, виконання експериментів, написання).

31. Кабанець В. М., Кабанець В. В., Півторайко В. В. Особливості захисту конопель посівних, льону-довгунця та льону олійного від шкідливих комах в умовах північно-східного регіону України (науково-практичні рекомендації). Сад. ІСГПС НААН, 2018. 20 с. (30 % авторства: планування, виконання експериментів, написання).

32. Кабанець В. М., Кабанець В. В., Півторайко В. В. Науково-практичні рекомендації по оцінці стійкості сучасних генотипів конопель посівних, льону-довгунця та льону олійного до пошкоджень основними комахами-фітофагами (науково-практичні рекомендації). Сад. ІСГПС НААН, 2020. 20 с. (30 % авторства: планування, виконання експериментів, написання).

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

33. Кабанець В. М. Сучасний стан галузей льонарства й коноплярства України. *«Проблеми і перспективи розвитку галузей льонарства та коноплярства»* : матеріали міжнар. науково-практичної конференції (Глухів, 10-12 лютого 2009 р.). Глухів, 2011. С. 10–15.

34. Кабанець В. М. Стратегія відновлення галузей льонарства і коноплярства України. *Шляхи відродження галузей льонарства і коноплярства та підвищення ефективності їх наукового забезпечення*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Глухів, 8-10 лютого 2011 р.). Суми, 2012. С. 3–8.

35. Кабанець В. М. Сучасний стан та напрямки використання промислових конопель. *«Гончарівські читання»*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 84-річчю з дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича (м. Суми, 28 травня 2013 р.). м. Суми, 2013. С. 124–126.

36. Кабанець В. М. Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН – багатогалузева наукова установ. Матеріали *обласної наукової конференції молодих вчених та аспірантів* (с. Сад, 21 листопада 2016 р.). Суми, 2016. С. 5–6.

37. Кабанець В. М. Вплив генотипу на формування врожаю конопель посівних. *«Підвищення ефективності виробництва сільськогосподарської продукції в північно-східному регіоні України»* : матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 75-річчю утворення Сумської області (с. Сад, 20-21 лютого 2014 р.). Суми, 2016. С. 134–135.

38. Кабанець В. М., Кабанець В. В. Сучасні сорти конопель посівних для різних напрямків використання. *«Гончарівські читання»*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 84-річчю з дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича (м. Суми, 26-27 травня 2016 р.). Суми, 2016. С. 42–43. (50 % авторства: планування та виконання експерименту, узагальнення результатів, написання статті).

39. Кабанець В. М. Особливості накопичення стронцію (SR) рослинами конопель посівних. *Наукове забезпечення інноваційного розвитку агропромислового комплексу в умовах змін клімату* : матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (м. Дніпро, 25-26 травня 2017 р.). Дніпро, 2017. С. 102–104.

40. Кабанець В. М. Таксономія видів роду CANNABIS та історія її систематики. *«Сучасний стан та гармонізація назв культурних рослин у системі UPOV»* : матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 13 жовтня 2017 р.). Вінниця, 2017. С. 20–22.

41. Кабанець В. В., Кабанець В. М. Шкідливі клопи травостою конопель посівних у північно-східній Україні. *«Ентомологічні читання пам'яті видатних вчених-ентомологів В. П. Васильєва і М. П. Дядечка»* : матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 105-річчю від дня народження видатних вчених-ентомологів академіка НААН України Вадима Петровича Васильєва і професора Миколи Платоновича Дядечка (м. Київ, 19-21 грудня 2017 р.). Київ, 2017. С.48–49. (50 % авторства: планування та виконання експерименту, узагальнення результатів, написання статті).

42. Кабанець В. М. Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН – гарант науково-інноваційного потенціалу регіону. *«Підвищення ефективності виробництва сільськогосподарської продукції в північно-східному регіоні України»* : матеріали обласної наукової конференції, присвяченої 100-річчю початку наукових досліджень з культурою гречки в Сумському регіоні (с. Сад, 20 грудня 2017 р.). Суми, 2017. С. 4–5.

43. Кабанець В. М. Рівень водного дефіциту тканини листків сортів CANNABIS SATIVA (L.) залежно від сорту. *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі* : матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Умань, 26 червня 2018 р.). Умань, 2018. С. 49–52.

44. Кабанець В. М. Особливості вирощування конопель посівних на насіння. *«Гончарівські читання»*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 89-річчю з дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича (м. Суми, 24-25 травня 2018 р.). Суми, 2018. С. 14–15.

АНОТАЦІЯ

Кабанець В. М. Агротехнологічне обґрунтування реалізації потенціалу культури конопель в умовах північно-східного Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09 – «Рослинництво» – Сумський національний аграрний університет МОН України, Суми, 2021.

У дисертації наведено результати експериментальних досліджень, спрямованих на формування теоретичної основи та практичного вирішення завдання з підвищення ефективності культури конопель шляхом її технологічної диференціації. Проблему вирішено шляхом використання особливостей росту рослин та формування урожаю в посівах конопель, розробки базових параметрів для технологій двобічного використання урожаю, технологій, спрямованих на одержання товарного насіння, формування фітомеліоративних посівів та монокультури конопель.

Оцінено динаміку надходження, поглинання та відбивання потоку енергії ФАР посівами із різною передзбиральною густрою рослин. Визначено умови та динаміку повторного забур'янення залежно від густоти посівів. Проведена ідентифікація сортів конопель за показниками вмісту і структури хлорофілу, комплексом фотофізичних параметрів листкового апарату рослин.

Експериментально визначені показники та діапазон значень вмісту основних хімічних елементів у соломі та насінні конопель. Розраховано значення коефіцієнта біологічного накопичення радіоактивних елементів та важких металів у надземній частині рослин. Виявлено суттєві відмінності сумарних показників винесення токсичних елементів із одиниці площі залежно від сорту, умов вирощування та фази збирання.

Встановлено параметри вирощування зеленцевих посівів конопель в умовах монокультури. Позитивний або стабільний баланс гумусу та основних макроелементів на ділянках монокультури забезпечується щорічним внесенням

органічних добрив нормою більше 40 т/га або комплексним внесенням органічних добрив дозою 20 т/га та мінеральних добрив дозою $N_{60}P_{45}K_{45}$ кг д. р. /га.

Визначено оптимальні норми висіву насіння та норми внесення мінеральних добрив посівів для отримання товарного насіння. На основі моделей формування кінцевої густоти рослин у широкорядних посівах розраховано поправкові коефіцієнти для норм висіву насіння залежно від норми мінеральних добрив. Проаналізовано динаміку параметрів структури урожаю в широкорядних посівах на рівні окремих рослин та посіву в цілому. Обґрунтовано твердження, що основним обмежуючим фактором зростання урожайності насіння конопель у широкорядних посівах є недостатній рівень реакції рослин (за насінневою продуктивністю) на збільшення площі живлення.

Ключові слова: коноплі, технології вирощування, вміст хлорофілів, коефіцієнт біологічного накопичення, урожайність, якість врожаю, монокультура.

АННОТАЦІЯ

Кабанец В. М. Агротехнологическое обоснование реализации потенциала культуры конопли в условиях северо-восточной Лесостепи Украины. – Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.09 – «Растениеводство» – Сумский национальный аграрный университет МОН Украины, Сумы, 2021.

В диссертации приведены результаты экспериментальных исследований, направленных на формирование теоретической базы и практического решения вопроса повышения эффективности возделывания культуры конопли за счет ее технологической дифференциации. Проблема решена путем концептуального подхода к использованию особенностей роста растений и формирования урожая в посевах конопли; разработки базовых параметров технологий выращивания для двустороннего использования урожая культуры, для получения товарных семян, а также выращивания конопли в монокультуре; использования культуры как фитомелиоранта.

Определены динамика поступления, поглощения, пропускания к уровню почвы и отражения потока энергии ФАР посевами с разной предуборочной густотой растений. Определены условия и уровень повторной засоренности в зависимости от густоты посевов. Фактором возобновления процессов повторной засоренности является увеличение поступления к уровню почвы ФАР, превышающего 20 % от падающего потока. Проведена идентификация сортов конопли по показателям содержания и структуры хлорофилла, по комплексу фотофизических параметров листового аппарата растений. Установлен высокий уровень потенциальной адаптированности сортов Гляна и Глесия к выращиванию в широкорядных посевах и сортов Глуховская 51, Глуховская 85 и Золотоношская 15 к условиям загущенных посевов или выращивания в зеленцовых посевах и посевах двустороннего использования.

Экспериментально определены показатели и диапазон значений содержания основных химических элементов в соломе и семенах конопли. В одной тонне урожая соломы содержится: калия 6,65-4,11 кг, фосфора 1,16-0,18 кг, магния 0,76-

0,46 кг. В одной тонне урожая семян – калия 12,65-7,12 кг, фосфора 3,76-2,99 кг, кальция 9,35-6,35 кг. Рассчитано значение коэффициента биологического накопления радиоактивных элементов и тяжелых металлов в надземной части растений. Выявлены существенные различия в суммарных показателях выноса токсичных элементов с единицы площади в зависимости от сорта, условий выращивания и фазы уборки. Максимальный уровень выноса поллютантов на единицу площади посевов обеспечивают: для стронция (262,4 г/га) – сплошные посевы (ширина междурядий 15 см, норма высева 2,0 млн шт/га) сорта Гляна, убранных в фазу биологической спелости; для групп высокотоксичных (145,6 г/га) и среднетоксичных (47,1 г/га) тяжелых металлов – широкорядные посевы сорта Гляна (ширина междурядий 45 см, норма высева 0,5 млн шт/га), убранных в фазу биологической спелости.

Оптимизированы параметры выращивания зеленцовых посевов конопли в условиях монокультуры. Бездефицитный или положительный баланс гумуса и основных макроэлементов при монокультуре обеспечиваются ежегодным внесением органических удобрений в норме 40 т/га и более или совместным внесением органических удобрений нормой 20 т/га и минеральных в норме $N_{60}P_{45}K_{45}$ кг д. в./га. В этих условиях урожайность соломы в зеленцовых посевах составляет 7,0-7,3 т/га с показателем общей длины стеблей 191-210 см.

Установлены оптимальные нормы высева и внесения минеральных удобрений для получения товарных семян. На основе моделей формирования конечной густоты растений в широкорядных посевах рассчитаны поправочные коэффициенты для норм высева семян в зависимости от нормы внесения минеральных удобрений. Максимальное значение коэффициента (1,2) присуще посевам с минимальной нормой внесения удобрений – $N_{15}P_{15}K_{15}$. С увеличением норм внесения минеральных удобрений значение коэффициента уменьшается. Посевам с максимальной нормой внесения минеральных удобрений в опыте ($N_{105}P_{75}K_{75} + N_{15}P_{15}K_{15}$) присуще минимальное значение поправочного коэффициента – 1,07.

Проанализирована динамика параметров структуры урожая в широкорядных посевах на уровне отдельного растения и посева в целом. Обосновано утверждение о том, что основным ограничивающим фактором роста урожайности семян в широкорядных посевах является недостаточный уровень реакции растений (по семенной продуктивности) на увеличение площади питания. Максимальная урожайность посевов конопли для получения товарных семян – 2,18 т/га формируется при норме высева 0,25 млн шт/га. В этих условиях урожайность соломы, как побочной продукции, составляет 6,2 т/га. Пошаговое увеличение норм внесения минеральных удобрений с $N_{15}P_{15}K_{15}$ до $N_{105}P_{75}K_{75} + N_{15}P_{15}K_{15}$ сопровождается ростом урожайности семян от 1,57 до 2,27 т/га, соломы с 5,22 до 7,58 т/га.

Ключевые слова: конопля, технология выращивания, содержание хлорофиллов, коэффициент биологического накопления, урожайность, качество урожая, монокультура.

ANNOTATION

Kabanets V. M. Agrotechnological substantiation for realizing the hemp potential in the conditions of North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine. – Thesis for the Doctor Degree in Agricultural Sciences: Specialty 06.01.09 “Plant Growing”. – Sumy National Agrarian University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Sumy, 2021.

The dissertation presents the results of experimental research aimed at forming the theoretical basis and practical solution to the problem of improving the efficiency of hemp crop through its technological differentiation. The problem was solved by using the features of plant growth and crop formation in hemp, development of basic parameters for technologies of bilateral crop use, technologies aimed at obtaining marketable seeds, formation of phytomeliorative crops and monoculture of hemp.

The dynamics of input, absorption and reflection of energy flow of photosynthetic active radiation by crops with different pre-harvest density was estimated. The conditions and dynamics of re-weeding depending on the density of crops were determined. The identification of hemp varieties according to the indicators of chlorophyll content and structure by the complex of photophysical parameters of the plant leaves was carried out.

Indicators and range of basic elements content in straw and hemp seeds were determined. The coefficient value of biological accumulation of radioactive elements and heavy metals in the aboveground part of plants was calculated. Significant differences in the total indicators of toxic elements removal per unit area depending on the variety, growth conditions and harvesting phase were revealed.

The growth parameters of fibrous hemp in monoculture were established. Positive or stable balance of humus and basic macronutrients in monoculture plots was ensured by annual application of organic fertilizers at rate above 40 t/ha or complex application of organic fertilizers at the rate of 20 t/ha + and mineral fertilizers at the rate of $N_{60}P_{45}K_{45}$ per hectare.

The optimal rates of sowing and mineral fertilizers application for obtaining marketable seeds were established. On the basis formation model of final plant density in wide-row crops the correction coefficients for sowing rate depending on the rate of mineral fertilizers were calculated. The dynamics of crop structure parameters in wide-row crops at the level of individual plants and crops was analyzed. It was substantiated that the main limiting factor for the increase of seed yield in wide-row crops was the insufficient level of plant reaction (in terms of seed productivity) to the growth of the nutrition area.

Key words: hemp, cultivation technology, chlorophyll content, biological accumulation coefficient, yield, quality, monoculture.

Підп. до друку 15.03.2021. Формат 60x84/16.
Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman. Друк офсетний.
Ум. друк. арк.1,8. Тираж 100 пр. Вид. №48.

Віддруковано у ВВП “Мрія-1”.
40030, м. Суми, вул. Кузнечна, 2.
Тел. 22-13-23, 22-15-05, 67-92-15.

