

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

ВОЛОЩУК ВОЛОДИМИР ПЕТРОВИЧ

УДК 631.147:631.5 [633.494]+[633.854.78] (477.41/42)

**БІОЛОГОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ
ТА ЕЛЕМЕНТИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТОПІНСОНЯШНИКА
(*HELIANTHUS TUBEROSUS* L. × *HELIANTHUS ANNUUS* L.)
В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ**

06.01.09 «Рослинництво»

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Київ – 2020

Дисертацією є кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

Роботу виконано у Національному університеті біоресурсів і природокористування України Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник доктор сільськогосподарських наук, професор
Рахметов Джамал Бахлулович,
Національний ботанічний сад
імені М. М. Гришка НАН України,
заступник директора з наукової роботи

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор
Мельник Андрій Васильович,
Сумський національний аграрний університет,
професор кафедри рослинництва

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

Захист відбудеться «13» жовтня 2020 року о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.004.10 у Національному університеті біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15, навчальний корпус № 3, кімната 301

З дисертацією можна ознайомитися у науковій бібліотеці Національного університету біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус № 4, кімната 41а

Автореферат розіслано «11» вересня 2020 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Л. А. Гарбар

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Після аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС) забрудненими радіоактивним ^{137}Cs виявилось 9 % території України (зона Полісся та північна частина Лісостепу). У зв'язку з цим, актуальною проблемою стало вирішення ряду завдань, пов'язаних із мінімізацією забруднення навколишнього природного середовища та вивчення можливостей ефективного використання сільськогосподарських угідь. Серед шляхів вирішення цієї проблеми виокремлюється використання нових, малопоширених високоадаптивних культур, яким притаманне накопичення мінімальної кількості радіонуклідів у фітосировині. До перспективних, високопродуктивних культур поліфункціонального значення відноситься топінсоняшник, який вирізняється невисоким рівнем накопичення радіонуклідів у рослинницькій продукції. У різні періоди окремі питання щодо біології та вирощування культури топінсоняшника вивчали провідні вітчизняні вчені – Н. П. Лубовський (1950), І. І. Марченко (1969), Н. М. Пасько (1991), Ю. А. Утеуш (1991; 1996; 1998), Д. Б. Рахметов (2006; 2011; 2018).

Завдяки своїм біолого-екологічним особливостям цю рослину можна вирощувати в різних кліматичних регіонах України, в тому числі на радіаційно забруднених ґрунтах, отримуючи високі врожаї зеленої маси та бульб.

Актуальність роботи полягає в необхідності обґрунтувати основні елементи технології вирощування топінсоняшника та введення його в промислову культуру. Не зважаючи на цінні властивості топінсоняшника до теперішнього часу в умовах Правобережного Полісся України не проводилися комплексні дослідження з вивчення біологічних, екологічних, біохімічних особливостей рослин. Не встановлено урожайний потенціал надземної маси, бульб, вихід основних поживних речовин на одиницю площі. Нез'ясовано залишається реакція рослин на строки та схеми садіння, вплив органічних та мінеральних добрив, норми та якості садивного матеріалу, прийоми догляду за рослинами, умови вегетації, строки та способи збирання врожаю, напрями використання фітосировини, а також особливості зберігання бульб залежно від технології вирощування та умов зберігання.

Обмежена кількість інформації та обґрунтованої технології вирощування стримує введення топінсоняшника в культуру і використання фітосировини в умовах Правобережного Полісся України. Тому вирішення вищезазначених завдань визначили актуальність і науково-практичну цінність даної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертацію виконано у Національному університеті біоресурсів і природокористування України згідно з планом кафедри рослинництва про виконання дослідження за темою «Обґрунтування джерел альтернативної рослинної сировини для виробництва біопалива» (номер державної реєстрації 0107U004380, 2007–2011 рр.) та згідно з науковою тематикою відділу культурної флори Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України за темою «Біолого-екологічні основи створення високоадаптивних форм корисних рослин (енергетичних, кормових, технічних, ароматичних,

лікарських та овочевих) шляхом інтродукції, селекції і біотехнології для використання у фітоконверсії України» (2009–2013 рр.).

Мета та завдання дослідження. Мета роботи – встановлення біолого-екологічних особливостей, закономірностей проходження продукційного процесу рослин залежно від умов вегетації та розроблення елементів технології вирощування і використання топінсоняшника в умовах Правобережного Полісся України.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні завдання:

- виявити закономірності проходження росту, розвитку рослин та продукційного процесу залежно від впливу елементів технології вирощування;
- встановити вплив різних норм органічних і мінеральних добрив на урожайний потенціал та продуктивність рослин топінсоняшника;
- визначити біохімічний склад рослин та виявити особливості накопичення радіоактивних речовин і фітоенергії в Правобережному Поліссі України;
- провести економічну й енергетичну оцінку технології вирощування та використання топінсоняшника в умовах Правобережного Полісся України.

Об'єкт дослідження – процес встановлення закономірностей проходження росту, розвитку та продукційного процесу у рослин топінсоняшника залежно від елементів технології вирощування і умов вегетації в Правобережному Поліссі України.

Предмет дослідження – складові технології вирощування і використання топінсоняшника (строки, способи садіння, удобрення, біохімічний склад рослин, накопичення фітоенергії та радіонуклідів), а також їх оптимізація з урахуванням біологічних особливостей культури.

Методи дослідження. При виконанні роботи використовувалися загальнонаукові методи дослідження: гіпотеза (на її основі складалася схема дослідження); індукція й дедукція (аналізувалися та узагальнювалися результати дослідження); аналогій (проведення паралельного порівняння з іншими культурами); моделювання (закономірності представлялися у вигляді графіків); узагальнення (висновки, пропозиції) та спеціальні: польовий (досліджувалися питання, пов'язані з обробітком ґрунту, садінням, доглядом за рослинами тощо); морфологофізіологічний і вимірювальний (визначення біометричних параметрів рослин, площі листової поверхні та урожайності); лабораторний (проведення біохімічного аналізу, визначення енергетичної цінності рослин); статистично-дисперсійний (оцінка взаємодії досліджуваних факторів); розрахунковий (обчислення фотосинтетичних показників); розрахунково-порівняльний (визначення економічної та енергетичної ефективності вирощування та використання топінсоняшника).

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

уперше в умовах Правобережного Полісся України:

- встановлено особливості росту, розвитку рослин топінсоняшника залежно від елементів технології вирощування;
- визначено продуктивний потенціал топінсоняшника та реакцію рослин на дію основних екологічних та агротехнологічних чинників;

- обґрунтовано оптимальні строки садіння та збирання врожаю для даної культури;

- визначено особливості формування надземної маси та бульб рослин, накопичення поживних речовин, радіонуклідів і фітоенергії у біосировині залежно від дії основних елементів технології вирощування;

набуло подальшого розвитку:

- теоретичне та практичне положення щодо реакції рослин топінсоняшника на умови зростання та впливу основних елементів технології вирощування на продуктивні властивості рослин;

- економічна та енергетична оцінка ефективності елементів технології вирощування в умовах Правобережного Полісся України;

удосконалено строки, схеми садіння (площа живлення) та норми удобрення залежно від біологічних й екологічних особливостей рослин топінсоняшника.

Практичне значення одержаних результатів. Одержані результати дослідження сприяють збагаченню видового складу високопродуктивних польових культур за рахунок використання топінсоняшника. Результати досліджень впроваджено у ТОВ «МАРКІВКА» АГРО-ВТ» (с. Марківка Баранівського району Житомирської області, площа 20 га) та ФГ Кавецького (с. Норинці Народицького району Житомирської області, площа 86 га). Результати дослідження використовуються в навчальному процесі Національного університету біоресурсів і природокористування України з напрямів енергетичні та сировинні рослинні ресурси, фітоенергетика, технічні рослини.

Особистий внесок здобувача. Дисертацію виконано автором самостійно, зокрема визначено мету та завдання, здійснено пошук та аналіз літературних джерел, розроблено програму й схему досліду, обґрунтовано методологію досліджень, закладено і проведено польові досліді, визначено економічну та енергетичну ефективність культивування рослин, сформовано висновки і рекомендації виробництву. За результатами проведених досліджень самостійно та у співавторстві підготовлено й опубліковано наукові праці.

Апробація результатів дисертації. Результати дослідження оприлюднено та обговорено на: IV науково-теоретичній конференції «Екологія людини» (м. Житомир, 2009 р.); VI Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Наука. Молодь. Екологія» (м. Житомир, 2010 р.); IV Міжнародній науковій конференції «Екобіотехнологія та біопалива в АПК» (м. Київ, 2010 р.); VIII Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Наука. Молодь. Екологія» (м. Житомир, 2012 р.); науково-практичній конференції з міжнародною участю «Радіоекологія-2014» (м. Житомир, 2014 р.); науково-практичній конференції «Радіоекологія-2015». «Радіоекологічні та радіобіологічні аспекти наслідків Чорнобильської катастрофи» (м. Житомир, 2015 р.); Міжнародній науковій конференції «Біорізноманіття після Чорнобильської аварії» (м. Нітра, Словачка Республіка, 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції із міжнародною участю

«Радіоекологія-2017» (м. Житомир, 2017 р.); III Міжнародній науково-практичній конференції «Рослинництво XXI століття: виклики та інновації. До 120-річчя кафедри рослинництва НУБІП України» (м. Київ, 2019 р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 15 наукових праць, з яких 4 статті у наукових фахових виданнях України, стаття у науковому фаховому виданні України, включеному до міжнародних наукометричних баз даних, 3 статті в інших наукових виданнях, 7 тез наукових доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Матеріали дисертації викладено на 244 сторінках. Робота складається з анотацій, вступу, шести розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел (241 найменування, у тому числі 34 латиницею), додатків. Дисертація містить 23 таблиці та 44 рисунки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОСЛИН ТА ВИКОРИСТАННЯ ФІТОСИРОВИНИ ТОПІНСОНЯШНИКА (огляд літератури)

У розділі представлено огляд вітчизняних і зарубіжних джерел щодо походження, біологічних, екологічних особливостей рослин, елементів технології вирощування та використання топінсоняшника. Результати аналізу наявних літературних даних свідчать про обмежену кількість наукової інформації щодо вивчення особливостей проходження ростових і продукційних процесів у рослин.

Зважаючи на це, існує необхідність у теоретичному узагальненні й експериментальному доведенні перспективності введення в культуру топінсоняшника в умовах Правобережного Полісся України. Важливим залишається питання щодо вирощування даної культури, встановлення врожайності надземної фітомаси, бульб, накопичення радіонуклідів, виходу основних поживних речовин і фітоенергії на одиницю площі, реакція рослин на строки та схеми садіння. Актуальне встановлення впливу органічних і мінеральних добрив, норми й якості садивного матеріалу, елементів догляду за рослинами, умов вегетації, строків, способів збирання врожаю на продуктивність рослин. Необхідно з'ясувати особливості зберігання бульб залежно від елементів технології вирощування та умов зберігання.

УМОВИ, ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальну частину досліджень виконано впродовж 2009–2011 рр. на кафедрі рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України, в лабораторії відділу культурної флори Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України, в стаціонарному досліді лабораторії відродження земель радіаційної зони Інституту сільського господарства Полісся НААН в Народицькому районі Житомирської області.

Проведено дослідження зі встановлення біологічних, екологічних особливостей рослин топінсоняшника, виявлення закономірностей

продукційного процесу залежно від умов вегетації рослин, а також розроблення елементів технології вирощування і використання в умовах Правобережного Полісся України.

Аналіз погодних умов у роки виконання досліджень свідчить про існуючу відмінність середньодобових температур, які були вищими за середньобагаторічні. Середньорічна температура повітря становила 6,4–6,6 °С, січня – –5,6–6,0 °С, липня – +18,2–18,4 °С. Сума активних температур досягала 2200–2550 °С. Найбільшу кількість опадів фіксували у травні 2010 р. (108,4 мм), найменшу – у вересні 2009 р. (3,3 мм), що призвело до зниження врожайності рослин.

Ґрунт району проведення дослідження – дерново-підзолистий, який сформувався переважно під хвойними і змішаними лісами. Дерново-підзолисті ґрунти характеризуються низьким вмістом гумусу – 1,7 %, рН сольовим – 5,20, насиченістю основами – 4,52 %, гідролітичною кислотністю – 1,5, питомою масою – 2,60 г/см³, щільністю – 1,47 г/см³, запасами вологи при НВ – 23,4 %, запасами доступної вологи – 20,4 %, вмістом фізичної глини – 12,2 %. Вміст легкогідролізованого азоту – 10,2 мг/100 г ґрунту, вміст рухомого фосфору – 17,38 мг/100 г ґрунту, вміст обмінного калію – 1,75 мг/100 г ґрунту.

Полеві дослідження закладали відповідно до методик Б. О. Доспехова (1985). За вегетаційний період проводили фенологічні спостереження за І. М. Бейдеман (1974), визначення площі листової поверхні методом висічок, обчислювали чисту продуктивність фотосинтезу та фотосинтетичний потенціал за А. О. Ничипоровичем (1961). Динаміку росту рослин встановлювали вимірюванням висоти типових десяти рослин з кожного варіанта. Також визначали інші біометричні показники за В. Ф. Мойсейченком (1994). Для встановлення поживної цінності фітосировини визначали: абсолютну суху речовину – висушуванням зразків при температурі 105 °С із використанням термостатно-вагового методу за ГОСТ 13496.3-92, сирий протеїн за методом К'ельдаля (Городній М. М., Копілевич В. А., 1995). Облік урожаю зеленої маси з облікової ділянки проводився прямим скошуванням за методикою Б. О. Доспехова (1985) та «Методических указаний по проведению полевых опытов с кормовыми культурами» (1987). Дослідження біохімічного складу рослин виконували відповідно до загальноприйнятих методик: В. П. Крищенко (1983); О. І. Ермаков, В. В. Арасимович (1987); А. П. Лісовал (2001); М. Є. Кучеренко, Ю. Д. Бабенюк (2001). Для обробки одержаних даних використовували дисперсійний аналіз за Б. О. Доспеховим (1985) та комп'ютерні технології (Microsoft Office Excel).

Площа облікової ділянки – 28 м². Повторність чотириразова, розміщення ділянок – рендомізоване. Фракція садивних бульб – 40 г. Норма садіння бульб: за схеми садіння 70×20 см – 2,8 т/га, 70×35 см – 1,63 т/га та 70×50 см – 1,14 т/га. Основний обробіток ґрунту складався з лущення, дискування та оранки на глибину 22–25 см. У дослідях використано мінеральні добрива, що вносили весною під час садіння – аміачну селітру, суперфосфат простий гранульований та калійну сіль, а також гній, із внесенням восени перед оранкою. Попередником було жито озиме. Крім цього, проводилися дослідження

з вивчення особливостей зберігання бульб рослин топінсоняшника залежно від строків, способів зберігання та добрив. Бульби зберігали у сховищі (за температури $+3$ — $+5$ °C за вологості повітря 85 %), холодильній камері (два температурні режими: $+5$ °C та $+10$ °C) та вивчали безпосередньо в ґрунтових умовах без попереднього викопування.

Дослід трифакторний. Встановлювали вплив строків, схеми садіння (площі живлення) та удобрення на продуктивність рослин топінсоняшника.

Фактор 1. Вплив строків садіння на продуктивність рослин топінсоняшника. Передбачено два строки садіння – третя декада квітня та друга декада травня.

Фактор 2. Вплив схеми садіння (площі живлення) на продуктивність рослин топінсоняшника. Визначення оптимальної площі живлення для садіння топінсоняшника. Передбачено три схеми садіння – 70×20 см, 70×35 та 70×50 см.

Фактор 3. Вплив норм мінеральних і органічних добрив на продуктивність рослин топінсоняшника. Використано мінеральні добрива та гній: контроль (без добрив), $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{120}P_{120}K_{120}$, гній 40 т/га та комплекс добрив – гній 15 т/га + $N_{45}P_{45}K_{45}$. У всіх дослідках вивчався сорт топінсоняшника Старт, занесений до Реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні з 2000 р. і рекомендований для вирощування у зонах Лісостепу та Полісся. Оригігатор сорту – Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України.

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ, РОЗВИТКУ РОСЛИН ТА НАКОПИЧЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ У ФІТОСИРОВИНІ ТОПІНСОНЯШНИКА ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ПОЛІССІ УКРАЇНИ

Особливості розвитку рослин залежно від елементів технології вирощування топінсоняшника. Визначено, що суттєвий вплив на ріст і розвиток рослин виявляють умови року, строки, схеми садіння та внесення мінеральних і органічних добрив. При цьому по-різному настають фази розвитку рослин. Встановлено, що протягом років дослідження найінтенсивніший розвиток рослин відбувається за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$ за схемою садіння бульб 70×20 см (вегетаційний період становить 158 ± 3 діб).

Особливості росту рослин залежно від елементів технології вирощування топінсоняшника. Залежно від настання фаз розвитку спостерігається зміна ростових параметрів рослин топінсоняшника. Для забезпечення нормального росту рослин та отримання високих урожаїв визначено оптимальне поєднання елементів технології вирощування та умов навколишнього середовища. Доведено, що за строку садіння топінсоняшника у третій декаді квітня та за схемою 70×50 см із внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$ забезпечується отримання максимальних показників росту рослин у фазі квітування. Висота рослин за цих умов у середньому становить 347 см, кількість міжвузлів – 44,0 шт., кількість листків – 46,0 шт. та діаметр стебла – 29,0 мм.

Особливості накопичення радіоактивних речовин у надземній масі та бульбах рослин топінсоняшника. За роки дослідження визначено особливості накопичення топінсоняшником радіоактивних елементів, основний з яких ^{137}Cs , що став причиною радіоактивного забруднення сільськогосподарських угідь після аварії на ЧАЕС. Для топінсоняшника притаманна одна з унікальних властивостей накопичувати радіоактивний ^{137}Cs в незначних кількостях. Встановлено, що рослини топінсоняшника, порівняно з сільфієм пронизанолистним, який характеризується невисоким рівнем накопичення радіонуклідів (питома активність ^{137}Cs – 289,4 Бк/кг), значно менше акумулює ^{137}Cs у фітомасі. Інші досліджувані культури відзначалися значним накопиченням ^{137}Cs у рослинах: сіда багаторічна – 916,9 Бк/кг; лядвенець рогатий – 1049,3 Бк/кг. При застосуванні різних норм добрив у рослин топінсоняшника спостерігається значно менше накопичення радіоактивного цезію. За удобрення рослин у нормі гною 15 т/га та мінеральних добрив у нормі $\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{K}_{45}$ питома активність ^{137}Cs у стеблах становить 123,8 Бк/кг, листках – 308,0 Бк/кг, бульбах – 67,8 Бк/кг, тоді як у контролі (без добрив) значно вище – відповідно 184,9 Бк/кг, 384,4 та 89,5 Бк/кг.

ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН ТОПІНСОНЯШНИКА ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОБІОЛОГІЧНИХ УМОВ ВЕГЕТАЦІЇ

Площа листкової поверхні рослин. Площа листків є важливим показником фотосинтетичної діяльності рослин топінсоняшника (рис. 1).

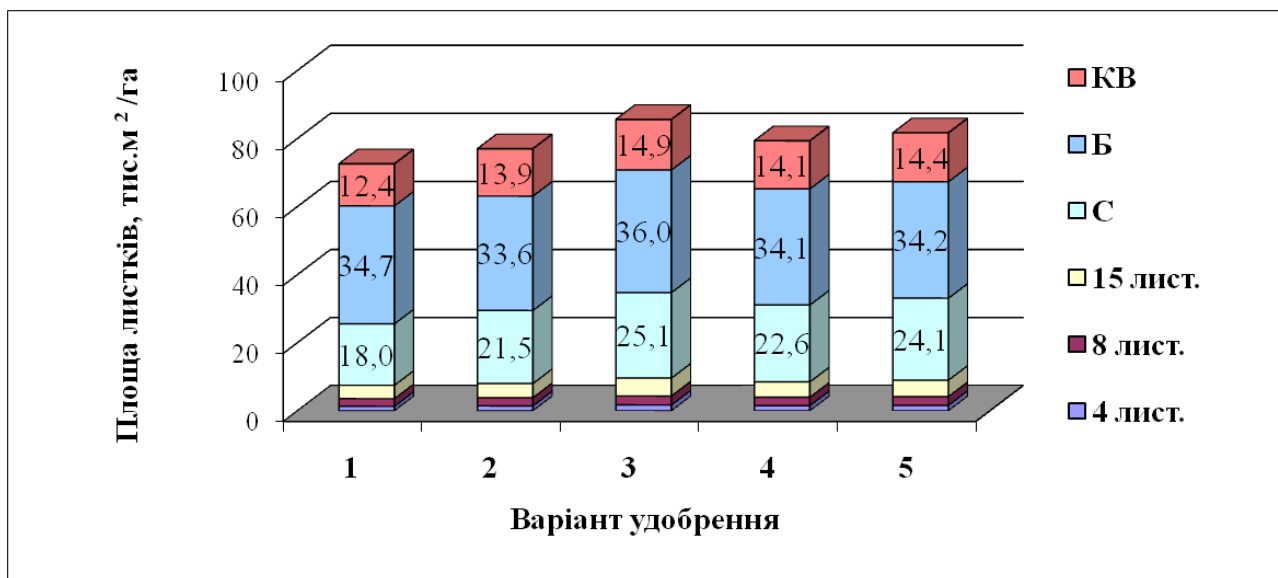


Рис. 1. Наростання площі листкової поверхні рослин топінсоняшника залежно від фази розвитку та норм добрив (строк садіння третя декада квітня, схема 70×20 см), середнє за 2009–2011 рр.: 1 – контроль (без добрив); 2 – $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$; 3 – $\text{N}_{120}\text{P}_{120}\text{K}_{120}$; 4 – гній 40 т/га; 5 – гній 15 т/га + $\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{K}_{45}$; С – фаза стеблуння; Б – фаза бутонізації; КВ – фаза квітування

За роки досліджень встановлено, що за різних строків садіння площа листкової поверхні топінсоняшника та її наростання залежали від впливу

погодних умов, строків садіння, густоти стояння рослин і рівня живлення. Найбільшого значення площа листової поверхні набула у фазі квітування при садінні у третій декаді квітня за схеми 70×20 см та внесенні мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120} - 85,6$ тис. $m^2/га$.

Чиста продуктивність фотосинтезу топінсоняшника. Одним з показників, який характеризує рівень фізіологічного функціонування листового апарату є чиста продуктивність фотосинтезу.

Встановлено, що найбільше значення чистої продуктивності фотосинтезу у рослин топінсоняшника спостерігається у фазі стеблуння за строку садіння у третій декада квітня за схемою 70×20 см та внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120} - 10,42$ г/ m^2 за добу (рис. 2).

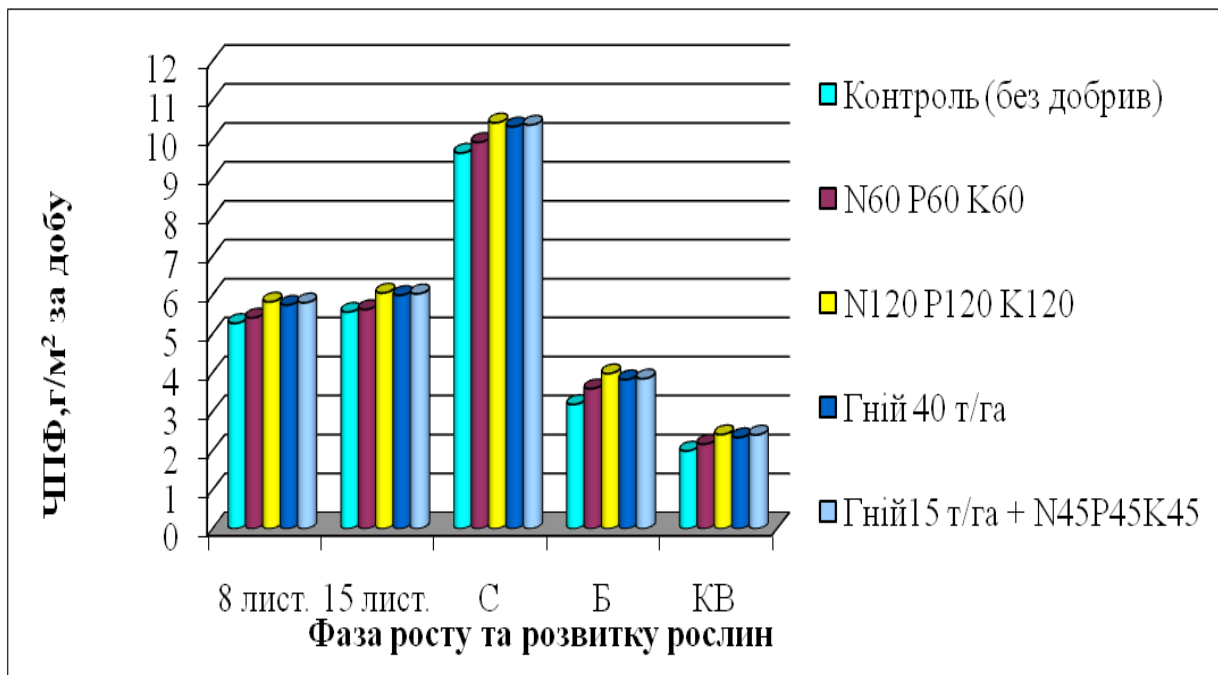


Рис. 2. Чиста продуктивність фотосинтезу рослин топінсоняшника залежно від фази розвитку та норм добрив (строк садіння третя декада квітня, схема 70×20 см), середнє за 2009–2011 рр.: С – фаза стеблуння; Б – фаза бутонізації; КВ – фаза квітування

Важливе значення для формування високих показників продуктивності рослин має суха речовина. Накопичення сухої речовини у надземній масі змінюється залежно від фази розвитку, схеми садіння та удобрення. Встановлено, що найбільше накопичення сухої речовини відбувається від 0,244 т/га (у фазі восьми листків) до максимального значення (у фазі квітування) – 18,68 т/га, за схеми садіння 70×20 см та внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$ (рис. 3).

Проведена оцінка ефективності функціонування фотосинтетичного апарату рослин топінсоняшника за вегетаційний період шляхом визначення фотосинтетичного потенціалу культури. Встановлено, що найбільший фотосинтетичний потенціал спостерігається у фазі квітування за строку садіння

у третій декаді квітня за схемою 70×20 см і внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$ – 6,05 млн $m^2/га$ за добу.

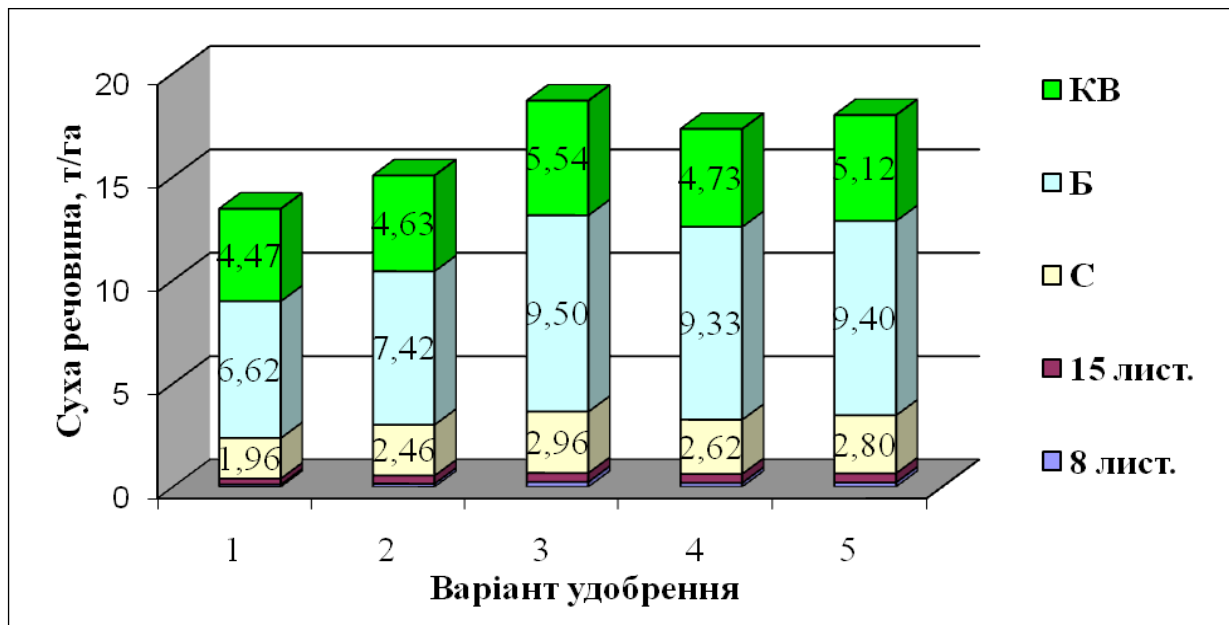


Рис. 3. Накопичення сухої речовини рослинами топінсоняшника залежно від фази розвитку та норм добрив (строк садіння третя декада квітня, схема 70×20 см), середнє за 2009–2011 рр.: 1 – контроль (без добрив); 2 – $N_{60}P_{60}K_{60}$; 3 – $N_{120}P_{120}K_{120}$; 4 – гній 40 т/га; 5 – гній 15 т/га + $N_{45}P_{45}K_{45}$; С – фаза стеблуння; Б – фаза бутонізації; КВ – фаза квітання

Біохімічний склад надземної маси та бульб. Хімічний склад фітосировини топінсоняшника зумовлює цінність рослин як кормової, технічної, лікарської та харчової культури. У фазі квітання в надземній частині рослин інтенсивніше відбувається накопичення сухої речовини (29,4 %), протеїну (18,0 %), жиру (1,51 %), цукрів (8,00 %), клітковини (34,3 %), золи (3,66 %) та вітаміну С (26,5 мг %).

Встановлено, що при внесенні гною у нормі 40 т/га забезпечуються найвищі показники сухої речовини (32,0 %), цукрів (9,1 %), клітковини (36,0 %), вітаміну С (28,6 мг %) та жиру (1,7 %). За внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$ в надземній фітомасі накопичується найбільша кількість протеїну (19,5 %) та цукрів (9,1 %).

Вміст поживних речовин у бульбах топінсоняшника також суттєво змінюється залежно від внесення різних норм добрив. Так, за внесення в комплексі удобрення у нормі гній 15 т/га + $N_{45}P_{45}K_{45}$ рослини топінсоняшника накопичують значну кількість сухої речовини (30,6 %), цукрів (15,0 %), золи (5,33 %) та жирів (4,86 %). Високий вміст аскорбінової кислоти (54,21 мг %) встановлено при внесенні мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$.

Топінсоняшник є важливою енергетичною культурою. Внесення різних норм добрив сприяє нарощуванню надземної фітомаси, що, у свою чергу, забезпечує збільшення виходу енергії з 1 га посівів рослин. Встановлено, що у фазі квітання згаданий показник може коливатися від 52,1 до 78,1 Гкал/га.

За внесення добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$ спостерігається найбільший вихід енергії, що на 33 % перевищує контроль (без добрив).

ОСОБЛИВОСТІ ПРОДУКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ У РОСЛИН ТОПІНСОНЯШНИКА ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

Вплив строків, способів садіння на ріст та продуктивність рослин.
Встановлено, що прийнятнішим строком садіння бульб топінсоняшника в умовах Правобережного Полісся України виявилася третя декада квітня. Рослини протягом вегетаційного періоду за такого строку садіння не проходять повного циклу росту та розвитку.

Найбільша врожайність спостерігається за садіння у третій декаді квітня: зелена маса в 2009 р. перевищила інший строк садіння на 0,9 т/га, у 2010 р. – на 1,2 т/га та в 2011 р. – на 1,2 т/га; у середньому за три роки на – 1,1 т/га. Врожайність бульб перевищила інший весняний строк на 2,6 т/га у 2009 р., на 0,8 т/га – у 2010 р., на 1,8 т/га – у 2011 р. та в середньому за три роки – на 1,7 т/га.

Проводилися також дослідження зі встановлення впливу схеми садіння на продуктивність рослин топінсоняшника. Використовували три різні густоти садіння: 70×20 см (71,4 тис. рослин на 1 га), 70×35 см (40,8 тис. рослин на 1 га) та 70×50 см (28,6 тис. рослин на 1 га).

З'ясовано, що зі збільшенням густоти садіння рослин від 28,6 до 71,4 тис. рослин на 1 га спостерігається зростання врожайності зеленої маси топінсоняшника на 31,3 т/га та бульб – 20,4 т/га. Найбільша врожайність зеленої маси та бульб забезпечується за схеми садіння 70×20 см (71,4 тис./га) – 60,8 і 43,3 т/га.

Вплив мінеральних та органічних добрив на продукційний процес у рослин.
Встановлено, що найвищі показники врожайності топінсоняшника в середньому за три роки досліджень спостерігаються за садіння у третій декаді квітня із схемою садіння 70×20 см та внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$. За цього варіанта отримано зеленої маси 76,3 т/га, тоді як у варіанті контроль (без добрив) показник врожайності виявився нижчим на 19,5 % (табл. 1).

Встановлено, що внесення різних норм органічних і мінеральних добрив сприяє збільшенню висоти та врожайності рослин топінсоняшника. Поєднання елементів технології вирощування за оптимальних погодних умов дозволяє отримати високу врожайність зеленої маси та бульб за мінерального удобрення у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$.

Врожайність бульб за вказаного строку садіння також вирізняється найвищими показниками із внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$ за схеми садіння 70×20 см – 57,0 т/га, що на 23,1 % вище за варіант контроль (без добрив) (табл. 2).

За результатами проведеного факторіального аналізу зі встановлення впливу елементів технології вирощування на показники продуктивності визначено ступінь впливу та взаємодії усіх досліджуваних чинників (рис. 4).

Таблиця 1

**Врожайність зеленої маси топінсоняшника залежно від схем садіння
та норм добрив (строк садіння у третій декаді квітня)
(середнє за 2009-2011 рр.)**

Варіант (фактор А)	Схема садіння, см (фактор В)	Врожайність зеленої маси, т/га				До контролю ±	
		Рік				т/га	%
		2009	2010	2011	Середнє		
Контроль (без добрив)	70×20	60,6	62,0	61,5	61,4	—	—
	70×35	43,9	44,9	44,1	44,3	—	—
	70×50	28,2	29,4	29,0	28,9	—	—
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	70×20	65,2	65,5	65,5	65,4	4,0	6,5
	70×35	47,2	49,0	48,0	48,1	3,8	8,5
	70×50	31,6	32,9	32,1	32,2	3,3	11,5
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	70×20	75,8	76,9	76,3	76,3	15,0	24,4
	70×35	56,9	59,5	58,1	58,2	13,9	31,3
	70×50	41,5	43,1	42,3	42,3	13,4	46,5
Гній 40 т/га	70×20	68,6	69,1	69,0	68,9	7,53	12,3
	70×35	50,4	52,4	51,5	51,4	7,1	16,1
	70×50	34,8	36,3	35,4	35,5	6,6	22,9
Гній 15 т/га + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	70×20	72,5	72,8	72,6	72,6	11,3	18,3
	70×35	53,7	55,8	54,8	54,8	10,5	23,6
	70×50	38,1	39,7	39	38,9	10,1	34,9
<i>НІР₀₅, м/га</i>		3,1	3,3	3,24	3,86	—	—
<i>фактор А</i>		1,79	1,91	1,87	1,29	—	—
<i>фактор В</i>		1,39	1,48	1,45	1,0	—	—
<i>фактор С</i>		—	—	—	1,2	—	—

Визначено, що на формування біомаси суттєво впливає схема садіння (76 %) та удобрення (16 %). Як показали одержані результати щодо частки впливу факторів на формування урожайності бульб топінсоняшника, вплив схеми садіння на цей показник стається на рівні 60 %, удобрення – 19 %, умов року – 12 %. Тобто зменшення впливу схеми садіння супроводжується зростанням впливу двох інших важливих чинників.

Вплив строків та способів збирання надземної маси і бульб на продукційний процес. З'ясовано, що залежно від строків збирання надземної маси урожайність збільшується від першого строку (друга декада вересня) з 52,7 т/га до третього строку (перша декада жовтня) – 56,0 т/га. Під час останнього строку збирання (друга декада жовтня) цей показник порівняно з попереднім строком незначно (3,2 %) зменшується. На відміну від надземної фітомаси, урожайність бульб від першого до четвертого строку закономірно збільшується з 24,0 до 44,7 т/га. За весняних строків збирання бульб незначну перевагу (5,5 %) за урожайністю встановлено у другому строку (третья декада квітня). Визначено, що за весняних строків збирання бульб урожайність перевищує осінні строки (5,4–47,8 %). З'ясовано, що за весняних строків збирання бульб найвища урожайність (47,3 т/га) забезпечується за осіннього відчуження надземної маси у пізній строк (друга декада жовтня) – 5,7–49,2 %.

**Врожайність бульб топінсоняшника залежно від схем садіння
та норм добрив (строк садіння у третій декаді квітня)
(середнє за 2009–2011 рр.)**

Варіант (фактор А)	Схема садіння, см (фактор В)	Врожайність бульб, т/га				До контролю ±	
		Рік (фактор С)				т/га	%
		2009	2010	2011	середнє		
Контроль (без добрив)	70×20	42,2	45,1	44,1	43,8	—	—
	70×35	33,8	33,0	34,8	33,9	—	—
	70×50	22,2	24,1	23,1	23,1	—	—
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	70×20	46,9	48,3	47,8	47,7	3,9	8,8
	70×35	37,5	38,9	38,0	38,1	4,3	12,6
	70×50	25,2	27,3	26,5	26,3	3,2	13,8
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	70×20	55,9	57,9	57,2	57,0	13,2	30,1
	70×35	46,8	48,2	47,8	47,6	13,7	40,5
	70×50	33,8	36,3	35,9	35,3	12,2	52,7
Гній 40 т/га	70×20	50,4	52,2	51,5	51,4	7,6	17,3
	70×35	40,2	41,9	40,8	41,0	7,1	20,9
	70×50	30,5	30,6	30,5	30,5	7,4	31,9
Гній 15 т/га + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	70×20	53,2	55,0	54,4	54,2	10,4	23,7
	70×35	43,9	44,9	44,3	44,4	10,5	31,0
	70×50	30,9	33,5	33,2	32,5	9,4	40,6
<i>НІР</i> _{05, т/га}		2,6	2,71	2,67	3,03	—	—
<i>фактор А</i>		1,5	1,56	1,54	1,01	—	—
<i>фактор В</i>		1,16	1,21	1,2	0,78	—	—
<i>фактор С</i>		—	—	—	0,86	—	—

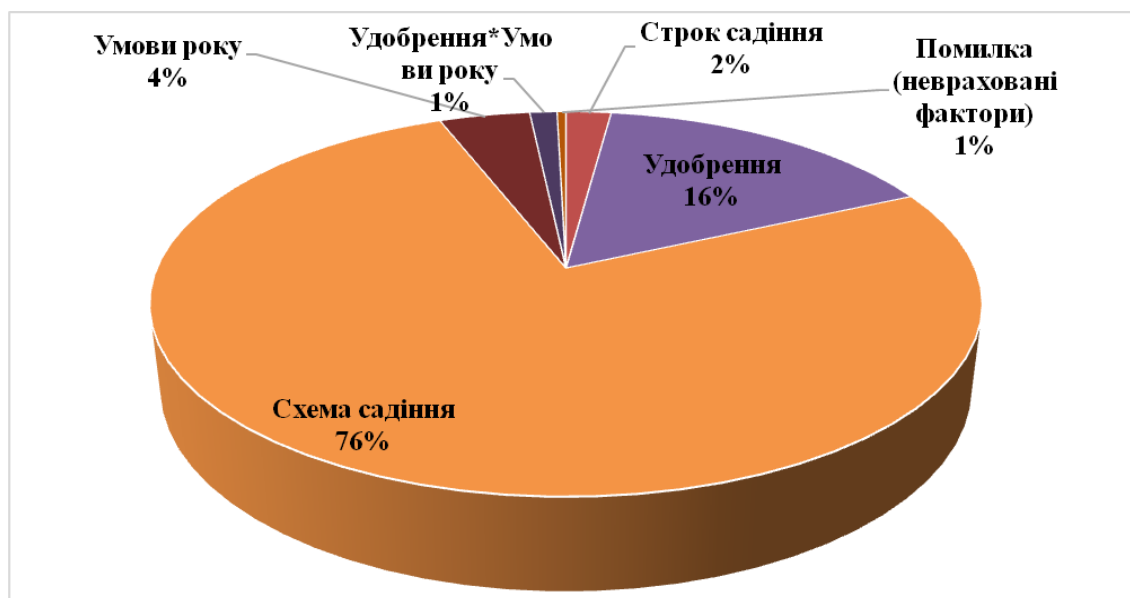


Рис. 4. Частки впливу чинників на формування урожайності надземної біомаси топінсоняшника (середнє за 2009–2011 рр.)

Особливості зберігання бульб в різних умовах залежно від строків збирання. З'ясовано, що бульби, які перебували на зберіганні у холодильній камері (температурні режими +5 та +10 °С) мають властивість втрачати свою

цілісну оболонку, що призводить в подальшому до втрати вологості та, що ще гірше, їхнього загнивання (найбільша втрата води 24,0 %). Дещо успішнішим виявилось зберігання бульб топінсоняшника та соняшника бульбистого у сховищі (за температур $+3\text{—}+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ і вологості повітря 85 %). Встановлено незначні втрати води (5,5 %) порівняно з попереднім способом зберігання. Висока якість бульб забезпечується під час перезимівлі в ґрунті. При викопуванні у весняний період виявлено найменшу втрату води – 1,8 %.

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ТОПІНСОНЯШНИКА

Економічна ефективність елементів технології вирощування топінсоняшника. Встановлено, що найбільшу рентабельність надземної фітомаси (84 %) можна одержати за схеми садіння 70×20 см та внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$, у контролі (без добрив) – 78 %. Для виробництва етанолу з бульб за таких варіантів згаданий показник становить 146 %, у контролі (без добрив) рівень рентабельності суттєво нижчий (129 %).

Енергетична ефективність елементів технології вирощування топінсоняшника. На підставі аналізу енергетичної ефективності технології вирощування топінсоняшника встановлено, що коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee}) змінюється залежно від схем садіння та внесення різних норм добрив. Найбільший K_{ee} (8,03) спостерігається за схеми садіння 70×20 см та внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$. У контролі (без добрив) цей показник суттєво нижчий K_{ee} (7,58).

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення наукового завдання, яке полягає у встановленні біологічних, екологічних особливостей, виявленні закономірностей продукційного процесу залежно від умов вегетації рослин топінсоняшника та у розробленні елементів технології вирощування і використання фітосировини в умовах Правобережного Полісся України. Визначено урожайний потенціал надземної маси та бульби, виявлено особливості накопичення поживних і радіоактивних речовин та фітоенергії і проведено економічну й енергетичну оцінку технології вирощування та використання топінсоняшника в районі дослідження. Теоретично та експериментально доведено, що топінсоняшник є цінним інтродуцентом, який вирізняється багатofункціональним значенням і використовується як енергетична, технічна, харчова, кормова та фітомеліоративна культура.

1. Встановлено, що найінтенсивніший розвиток рослин топінсоняшника спостерігається за внесенні мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$ та схеми садіння 70×20 см. Вегетаційний період рослин за цих умов найкоротший та становить 158 ± 3 діб.

2. Максимальні показники росту рослин топінсоняшника забезпечуються у фазі квітіння за строку садіння у третій декаді квітня з внесенням

мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$. Відповідно висота рослин у середньому становить 347 см, кількість міжвузлів – 44,0 шт., кількість листків – 46,0 шт. та діаметр стебла – 29,0 мм. За строку садіння бульб у другій декаді травня за ростовими показниками рослин суттєвої різниці із попереднім строком садінні не виявлено, що свідчить про високу пластичність культури.

3. Визначено, що рослинам топінсоняшника притаманна важлива біолого-екологічна властивість, що полягає в накопиченні у фітомасі ^{137}Cs у незначних кількостях. Встановлено, що рослини топінсоняшника порівняно з сільфієм пронизанолистним, що характеризується невисоким рівнем накопичення радіонуклідів (питома активність ^{137}Cs – 289,4 Бк/кг), значно менше акумулює ^{137}Cs у фітомасі. За удобрення рослин у нормі гною 15 т/га та мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$ питома активність цезію у стеблах становить 123,8 Бк/кг, листках – 308,0 Бк/кг, бульбах – 67,8 Бк/кг, тоді як у контролі (без добрив) значно вище – відповідно 184,9 Бк/кг, 384,4 і 89,5 Бк/кг.

4. Високі показники продуктивності рослин топінсоняшника забезпечуються за садіння у третій декаді квітня з внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$. Найбільші показники площі листової поверхні, чистої продуктивності фотосинтезу та накопичення сухої речовини в надземній масі виявилися за схеми садіння 70×20 см. Максимальну площу листової поверхні рослини сформували в період квітування (85,6 тис. m^2 /га). Найвищі середні значення чистої продуктивності фотосинтезу за вегетаційний період встановлено у фазі стеблування (10,4 g/m^2 за добу), сухої речовини в надземній масі (18,6 т/га) і фотосинтетичного потенціалу (6,05 млн m^2 /га за добу) в період квітування. За іншого строку садіння у другій декаді травня, за згаданими показниками спостерігається несуттєва різниця.

5. Встановлено, що у фазі квітування в надземній масі відбувається інтенсивніше накопичення сухої речовини (29,4 %), протеїну (18,0 %), жиру (1,51 %), цукрів (8,00 %), клітковини (34,3 %), золи (3,66 %) та вітаміну С (26,5 мг %). Бульби вирізняються цінним хімічним складом: суха речовина становить 29,3 %, цукри – 13,8 %, зола – 4,28 %, жир – 5,05 % та аскорбінова кислота – 43,36 мг %.

6. Топінсоняшник є важливою енергетичною культурою. Внесення різних норм добрив сприяє нарощуванню надземної фітомаси, що, у свою чергу, забезпечує збільшення виходу енергії з 1 га посівів рослин. Встановлено, що у фазі квітування згаданий показник коливається від 52,1 до 78,1 Гкал/га. За внесення добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$ спостерігається найбільший вихід енергії, що на 33 % перевищує контроль (без добрив).

7. Використання добрив за різних строків та схем садіння сприяє суттєвому збільшенню врожайності надземної маси та бульб топінсоняшника. Встановлено, що за садіння бульб у третій декаді квітня за схемою 70×20 см і внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$ врожайність зеленої маси (76,3 т/га) та бульб (57,0 т/га) були найвищими.

8. Визначено, що для забезпечення високих врожаїв рослин топінсоняшника оптимальним строком збирання надземної маси та бульб в умовах Правобережного Полісся України є період першої та другої декади

жовтня. Врожайність у середньому за роки дослідження становила 56,0 т/га (надземної маси) та 44,7 т/га (бульб). При зберіганні бульб найуспішнішим виявився варіант перезимівлі таких у ґрунті (втрата вологи була найменшою – 1,8 %).

9. Встановлено, що найбільша рентабельність надземної фітомаси (84 %) забезпечується за схеми садіння 70×20 см та внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$, у контролі (без добрив) – 78 %. Для виробництва етанолу з бульб за згаданих варіантів рентабельність становить 146 %, у контролі (без добрив) цей показник суттєво нижчий (129 %).

10. Встановлено, що коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee}) змінюється залежно від схем садіння та внесення різних норм добрив. Найбільший K_{ee} (8,03) визначено за схеми садіння 70×20 см та внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$, у контролі (без добрив) K_{ee} становить 7,58.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для вирощування топінсоняшника в умовах Правобережного Полісся України на дерново-підзолистих ґрунтах рекомендується:

- для забезпечення максимальної продуктивності рослин топінсоняшника – врожайності надземної маси на рівні 72,6–76,3 т/га та бульб 54,2–57,0 т/га необхідно проводити садіння бульб у третій декаді квітня за схемою 70×20 см (норма – 2,8 т/га);

- для зменшення рівня накопичення ^{137}Cs у надземній масі та бульбах топінсоняшника слід вносити в ґрунт мінеральні добрива у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$ або у комплексі мінеральні добрива ($N_{45}P_{45}K_{45}$) і гній (15 т/га);

- для вирощування топінсоняшника на кормові й енергетичні цілі та отримання найвищого рівня рентабельності доцільно застосовувати мінеральні добрива у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Рахметов Д. Б., Волощук В. П. Особливості росту рослин та урожайність топінсоняшнику у зв'язку з інтродукцією в умовах Правобережного Полісся України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія. 2011. Вип. 162. С. 75–81. *(Здобувачем проведено польові дослідження щодо особливостей зберігання бульб в різних умовах, підготовлено статтю до друку).*

2. Рахметов Д. Б., Волощук В. П. Особливості зберігання бульб топінсоняшнику та соняшника бульбистого в різних умовах. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія. 2013. Вип. 183. С. 47–53. *(Здобувачем проведено дослідження щодо особливостей зберігання бульб в різних умовах, підготовлено статтю до друку).*

3. Волощук В. П. Продуктивність топінсоняшнику залежно від технології вирощування в Правобережному Поліссі. Вісник аграрної науки. 2013. № 5. С. 77–78.

4. Рахметов Д. Б., **Волощук В. П.** Економічна та енергетична ефективність вирощування топінсоняшника в умовах Правобережного Полісся України. Таврійський науковий вісник. 2019. Вип. 109. Ч. 1. С. 10–15. *(Здобувачем проведено дослідження щодо визначення економічної та енергетичної ефективності вирощування топінсоняшника, підготовлено статтю до друку).*

**Стаття у науковому фаховому виданні України,
включеному до міжнародних наукометричних баз даних**

5. Рахметов Д. Б., **Волощук В. П.** Особливості вирощування та використання рослин топінсоняшника в умовах Правобережного Полісся України. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2019. № 3 (79). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/12719/11255>. *(Здобувачем проведено дослідження щодо особливостей вирощування та використання рослин топінсоняшника в умовах Правобережного Полісся України, підготовлено статтю до друку).*

Статті в інших наукових виданнях

6. Волощук В. П. Перспективи вирощування топінсоняшника в умовах Правобережного Полісся України. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2011. № 7 (29). URL: http://nd.nubip.edu.ua/2011_7/titul.html.

7. Рахметов Д. Б., Каленська С. М., **Волощук В. П.**, Фещенко В. П. Біолого-морфологічні особливості рослин топінсоняшника та соняшника бульбистого в умовах Правобережного Полісся та Лісостепу України. Проблеми експериментальної ботаніки та біотехнології. 2012. Вип. 1. С. 115–129. *(Здобувачем проведено дослідження біолого-морфологічних особливостей рослин топінсоняшника та соняшника бульбистого в умовах Правобережного Полісся України, підготовлено статтю до друку).*

8. Rakhmetov D. B., **Voloshchuk V. P.**, Feshenko V. P. Introduction of *Helianthus tuberosus* L. × *H. annuus* L. and characteristic of radioactive particles accumulation in plants in the Polesia region of Ukraine. Biodiversity after the Chernobyl Accident. 2016. Part I. P. 199–204. *(Здобувачем проведено дослідження інтродукції топінсоняшника, накопичення радіоактивних частинок в рослинницькій продукції на забрудненій території Поліської зони, що постраждала внаслідок Чорнобильської катастрофи, підготовлено статтю до друку).*

Тези наукових доповідей:

9. Волощук В. П. Значення топінсамбуру та топінсоняшнику в народній медицині та їх технологія вирощування. Екологія людини: IV науково-

теоретична конференція, м. Житомир, 23 квітня 2009 року: тези доповіді. Житомир, 2009. С. 95–98.

10. **Волощук В. П.**, Гуреля В. В. Агроекологічні особливості вирощування топінсоняшника в умовах Правобережного Полісся України. Наука. Молодь. Екологія – 2010: VI Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених, м. Житомир, 26–28 травня 2010 року: тези доповіді. Житомир, 2010. С. 30–32. *(Здобувачем проведено аналіз літературних даних щодо агроекологічних особливостей досліджуваної культури та підготовлено матеріали до друку).*

11. Рахметов Д. Б., Фещенко В. П., **Волощук В. П.** Радіоекологічні особливості вирощування інтродуцентів в умовах Полісся. Наука. Молодь. Екологія: VIII Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених, м. Житомир, 25–26 квітня 2012 року: тези доповіді. Житомир, 2012. С. 243–247. *(Здобувачем проведено аналіз результатів дослідження інтродуцентів та підготовлено матеріали до друку).*

12. Рахметов Д. Б., **Волощук В. П.**, Рибак О. М. Особливості накопичення радіоактивних речовин у надземній масі та бульбах рослин топінсоняшника в умовах Правобережного Полісся України. Радіоекологія-2014: науково-практична конференція із міжнародною участю, м. Житомир, 24–26 квітня 2014 року: тези доповіді. Житомир, 2014. С. 75–77. *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження особливостей накопичення радіоактивних речовин у надземній масі та бульбах досліджуваної культури та підготовлено матеріали до друку).*

13. Рахметов Д. Б., **Волощук В. П.** Роль рослин топінсоняшника в сучасному землеробстві за вирощування на радіоактивно-забруднених ґрунтах Правобережного Полісся України. Радіоекологія-2014: «Радіоекологічні та радіобіологічні аспекти наслідків Чорнобильської катастрофи»: науково-практична конференція, м. Житомир, 24–26 квітня 2015 року: тези доповіді. Житомир, 2015. С. 99–101. *(Здобувачем проведено дослідження щодо вирощування топінсоняшника на радіоактивно-забруднених ґрунтах, проведено аналіз результатів та підготовлено матеріали до друку).*

14. Рахметов Д. Б., Фещенко В. П., **Волощук В. П.**, Рахметова С. А. Роль інтродукції і селекції в мінімалізації наслідків Чорнобильської катастрофи. Радіоекологія-2017: науково-практична конференція із міжнародною участю, м. Житомир, 24–26 квітня 2017 року: тези доповіді. Житомир, 2017. С. 205–209. *(Здобувачем проведено дослідження щодо ролі інтродукції на забрудненій території, що постраждала внаслідок Чорнобильської катастрофи, а також зменшення накопичення радіоактивних речовин у продукції рослинництва та підготовлено матеріали до друку).*

15. **Волощук В. П.**, Рахметов Д. Б. Топінсоняшник – високопродуктивна культура багатфункціонального використання. Рослинництво ХХІ століття: виклики та інновації. До 120-річчя кафедри рослинництва НУБіП України: III Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 25–26 вересня 2019 року: тези доповіді. К., 2019. С. 190–192. *(Здобувачем проведено*

дослідження топінсоняшника в різних напрямках використання та підготовлено матеріали до друку).

АНОТАЦІЯ

Волощук В. П. Біологоекологічні особливості та елементи технології вирощування топінсоняшника (*Helianthus tuberosus* L. × *Helianthus annuus* L.) в умовах Правобережного Полісся України. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільсько-господарських наук зі спеціальності 06.01.09 «Рослинництво». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2020.

У дисертації викладено результати досліджень з питань встановлення біологічних, екологічних, біохімічних особливостей рослин топінсоняшника, виявлення закономірностей продукційного процесу залежно від умов вегетації, а також розроблення елементів технології вирощування і використання фітосировини в умовах Правобережного Полісся України.

Встановлено, що найінтенсивніший розвиток рослин топінсоняшника спостерігається за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$ та схеми садіння 70×20 см. Вегетаційний період рослин за цих умов найкоротший та становить 158 ± 3 діб. Встановлено, що за удобрення рослин топінсоняшника у нормі гною 15 т/га та мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$ питома активність ^{137}Cs у рослин найменша і у стеблах становить 123,8 Бк/кг, листках – 308,0, бульбах – 67,8 Бк/кг. Максимальна площа листової поверхні рослин ($85,6$ тис. m^2 /га), вихід сухої речовини у надземній масі ($18,6$ т/га) та фотосинтетичний потенціал ($6,05$ млн m^2 /га за добу) сформувалися в період квітування. Найвищі середні значення чистої продуктивності фотосинтезу за вегетаційний період забезпечуються у фазі стеблування – $10,4$ г/ m^2 за добу. У фазі квітування в надземній частині рослин інтенсивно відбувається накопичення сухої речовини (29,4 %), протеїну (18,0 %), жиру (1,51 %), цукрів (8,00 %), клітковини (34,3 %), золи (3,66 %) та вітаміну С (26,5 мг %). Виявлено, що оптимальними строками збирання надземної маси та бульб топінсоняшника в умовах Правобережного Полісся України є перша і друга декада жовтня – врожайність фітомаси становить 56,0 т/га та бульб – 44,7 т/га. Встановлено, що у фазі квітування за внесення добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$ надземна фітомаса рослин забезпечує найбільший вихід енергії – 78,1 Гкал/га. Висока рентабельність надземної фітомаси (84 %) та бульб (146 %) для виробництва етанолу забезпечується за схеми садіння 70×20 см і внесенні мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}K_{120}$. Найбільший K_{ee} (8,03) забезпечується за даних варіантів.

Ключові слова: топінсоняшник, інтродукція, продуктивність, строки та норми садіння, органічне та мінеральне добриво, біологічні та екологічні особливості, технологія вирощування, урожайність, економічна та енергетична ефективність.

АННОТАЦИЯ

Волощук В. П. Биологоэкологические особенности и элементы технологии выращивания топинасолнечника (*Helianthus tuberosus* L. × *Helianthus annuus* L.) в условиях Правобережного Полесья Украины. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание научной степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.09 «Растениеводство». Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины. Киев. 2020.

В диссертации изложены результаты исследований по вопросам установления биологических, экологических, биохимических особенностей растений топинасолнечника, выявления закономерностей продукционного процесса в зависимости от условий вегетации, а также разработки элементов технологии выращивания и использования фитосырья в условиях Правобережного Полесья Украины.

Установлено, что наиболее интенсивное развитие растений топинасолнечника наблюдается при внесении минеральных удобрений в норме $N_{120}P_{120}K_{120}$ и схемы посадки 70×20 см. Вегетационный период растений при этих условиях кратчайший и составляет 158 ± 3 суток. Определено, что при удобрении растений в норме навоза 15 т/га и минеральных удобрений в норме $N_{45}P_{45}K_{45}$ удельная активность ^{137}Cs в растениях минимальная и в стеблях составляет 123,8 Бк/кг, листьях – 308,0, клубнях – 67,8 Бк/кг. Максимальная площадь листовой поверхности растений (85,6 тыс. м²/га), выход сухого вещества в надземной массе (18,6 т/га) и фотосинтетический потенциал (6,05 млн м²/га за сутки) сформировались в период цветения. Самые высокие средние значения чистой продуктивности фотосинтезу за вегетационный период обеспечиваются в фазе стеблевания (10,4 г/м²/сутки). В фазе цветения в надземной части растений интенсивно происходит накопление сухого вещества (29,4 %), протеина (18,0 %), жира (1,51 %), сахаров (8,00 %), клетчатки (34,3 %), золы (3,66 %) и витамина С (26,5 мг %). Выявлено, что оптимальными сроками уборки надземной массы и клубней в условиях Правобережного Полесья Украины являются первая и вторая декады октября – урожайность фитомассы составляет 56,0 т/га и клубней 44,7 т/га. Установлено, что при внесении удобрений в норме $N_{120}P_{120}K_{120}$ наблюдается наибольший выход энергии с надземной массы в фазе цветения – 78,1 Гкал/га. Высокая рентабельность надземной фитомассы (84 %) и клубней (146 %) обеспечивается при схеме посадки 70×20 см и внесении минеральных удобрений в норме $N_{120}P_{120}K_{120}$. Наибольший *Kee* (8,03) обеспечивается при упомянутых вариантах.

Ключевые слова: топинасолнечник, интродукция, продуктивность, сроки и нормы посадки, органическое и минеральное удобрение, биологические и экологические особенности, технология выращивания, урожайность, экономическая и энергетическая эффективность.

ANNOTATION

Voloschuk V. P. Biologoeological Features and Cultivation Technology Elements of *Helianthus tuberosus* L. × *Helianthus annuus* L. Hybrid Under Conditions of Right Bank Polissya of Ukraine. – The manuscript.

Thesis for degree Candidate of Agricultural Sciences on specialty 06.01.09 «Plant Growing». National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv. 2020.

It was found that the most intensive development of *Helianthus tuberosus* L. × *Helianthus annuus* L. plants are observed with mineral fertilizers application at the rate of $N_{120}P_{120}K_{120}$ and planting scheme 70×20 cm. The vegetation period of plants under these conditions is the shortest and is 158±3 days.

Proved, that during *Helianthus tuberosus* L. × *Helianthus annuus* L. planting period in the third decade of April and according to the scheme of 70×50 cm with mineral fertilizer application in the dose $N_{120}P_{120}K_{120}$ provides maximum growth of plants in the flowering phase. Plants height under these conditions averages 347 cm, the number of internodes – 44.0 pcs., leaves number – 46.0 pcs., and stem diameter – 29.0 mm.

Helianthus tuberosus L. × *Helianthus annuus* L. has one of the unique properties to accumulate radioactive Cs in small quantities. Plants fertilizing by manure at the rate of 15 t/ha and mineral fertilizers at the rate of $N_{45}P_{45}K_{45}$, the specific activity of ^{137}Cs in the stems is 123.8 Bq/kg, leaves – 308.0 Bq/kg, tubers – 67.8 Bq/kg, while in controls (without fertilizers) are much higher – 184.9 Bq/kg, 384.4 and 89.5 Bq/kg respectively.

The highest values leaf surface area had in the flowering phase with planting in the third decade of April according to the scheme of 70×20 cm and application of mineral fertilizers at the rate of $N_{120}P_{120}K_{120}$ – 85.6 thousand m²/ha. Established, that the highest accumulation of dry matter occurs from 0.244 t/ha (in the phase of 8 leaves) to the maximum value (in the flowering phase) – 18.68 t/ha, for planting scheme 70×20 cm and mineral fertilizers application in the dose $N_{120}P_{120}K_{120}$. Established, that the highest values of NPF in *Helianthus tuberosus* L. × *Helianthus annuus* L. plants were observed in the stalking phase with planting period in the third decade of April according to the scheme 70×20 cm and application of mineral fertilizers at the rate of $N_{120}P_{120}K_{120}$ – 10.42 g/m²/day.

Studies on storage peculiarities of *Helianthus tuberosus* L. × *Helianthus annuus* L. tubers, depending on the timing, methods of storage and fertilizers, were conducted. High quality tubers are ensured during overwintering in the soil. With spring digging, the lowest moisture loss was detected – 1.8 %.

Established, that the highest yields of *Helianthus tuberosus* L. × *Helianthus annuus* L. for an average of three years of research are observed for planting in the third decade of April with a planting scheme 70×20 cm and the application of mineral fertilizers at the rate of $N_{120}P_{120}K_{120}$. Under this variant, a green mass of 76.3 t/ha was obtained, while in the control variant (without fertilizers) the yield was lower by 19.5 %. The yield of tubers for the specified planting period is also characterized by the highest rates with mineral fertilizer application at the rate of $N_{120}P_{120}K_{120}$

for planting scheme 70×20 cm – 57.0 t/ha, what is by 23.1 % higher than the control option (without fertilizers).

In the flowering phase in the aboveground part of the plants are a more intense accumulation of dry matter (29.4 %), protein (18.0 %), fat (1.51 %), sugars (8.00 %), fiber (34.3 %), ash (3.66 %) and vitamin C (26.5 mg%). Was found that manure application at the rate of 40 t/ha provides the highest rates of dry matter (32.0 %), sugars (9.1 %), fiber (36.0 %), vitamin C (28.6 mg%), and fat (1.7 %). Mineral fertilizer application at the rate of $N_{120}P_{120}K_{120}$ yields the highest values of protein (19.5 %) and sugars (9.1 %) in the aboveground phytomass.

Helianthus tuberosus L. × *Helianthus annuus* L. is an important energy crop. Established, that in the flowering phase the mentioned indicator can range from 52.1 to 78.1 Gcal/ha. The application of fertilizers in the dose of $N_{120}P_{120}K_{120}$ has the highest energy yield – 78.1 Gcal/ha, which is 33 % higher than the control (without fertilizers).

It was determined that the scheme of planting (76 %) and fertilizing (16 %) have a significant influence on biomass formation. As shown by the obtained results on the share of factors influencing the formation of *Helianthus tuberosus* L. × *Helianthus annuus* L. tubers yield, the influence of the planting scheme on this indicator is at the level of 60 %, fertilizing – 19 %, year conditions – 12 %. That is, the decrease in the influence of the planting scheme is accompanied by an increase in the influence of two other important factors.

Established, that the highest profitability of aboveground phytomass (84 %) can be obtained by planting scheme 70×20 cm and application of mineral fertilizer in the dose of $N_{120}P_{120}K_{120}$, in the control (without fertilizers) – 78 %. For the ethanol production from tubers in such variants, this figure is 146 %, in the control (without fertilizers) the level of profitability is significantly lower (129 %).

Based on the analysis of energy efficiency of *Helianthus tuberosus* L. × *Helianthus annuus* L. growing technology, explored, that the energy efficiency coefficient varies depending on the planting schemes and different fertilizer rates application. The highest energy efficiency coefficient (8.03) was observed for planting scheme 70×20 cm and application of mineral fertilizer at the rate of $N_{120}P_{120}K_{120}$. In control (without fertilizers), this figure is significantly lower (7.58).

Key words: *Helianthus tuberosus* L. × *Helianthus annuus* L., introduction, productivity, terms and rates of planting, organic and mineral fertilizer, biological and ecological features, growing technology, productivity, economic and energy efficiency.

Підписано до друку 10.09.2020 р. Формат 60x84\16
Ум. друк. арк. 0,9 Обл.-вид.арк. 0,9
Наклад 100 прим. Зам. № 200459

Віддруковано у редакційно-видавничому відділі НУБіП України
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041, тел.: 527-81-55
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4097 від 17.06.2011

