

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агрономії
Денна форма здобуття освіти

Кафедра рослинництва
ДО ЗАХИСТУ ДОПУСКАЄТЬСЯ
Зав. кафедрою, доцент

_____ **В. С. КРАВЧЕНКО**
„_____” _____ 2025 р.

АНДРУЩЕНКО
Антон Володимирович

ВПЛИВ СТРОКУ ЗБИРАННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ САФЛОРУ
В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Кваліфікаційна робота
освітнього рівня "Магістр"
за спеціальністю 201 Агрономія

Науковий керівник – к. с.-г. н., доцент **КОНОНЕНКО Лідія**

УМАНЬ – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП		
РОЗДІЛ 1	ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИРОЩУВАННЯ САФЛОРУ ТА НАПРЯМИ ЙОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО УДОСКОНАЛЕННЯ (огляд літератури)	
	1.1. Аграрно-економічне значення олійних культур	
	1.2. Світовий і вітчизняний досвід вирощування сафлору	
РОЗДІЛ 2	ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ	
	2.1. Анатомо-морфологічні та біоекологічні особливості розвитку сафлору	
	2.2. Агрономічна характеристика та селекційні ознаки сортів сафлору використаних у дослідженнях	
РОЗДІЛ 3	МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	
	3.1. Агрономічна характеристика чорнозему опідзоленого	
	3.2. Агрокліматичні умови Правобережного Лісостепу України в роки досліджень	
	3.3. Схема досліду та методичні підходи, застосовані у вивченні вирощування сафлору	
	3.4. Особливості агротехніки вирощування сафлору в умовах польових досліджень	
РОЗДІЛ 4	УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННЯ САФЛОРУ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	
	4.1. Період вегетації та структурна збереженість посівів сафлору в передзбиральний період	
	4.2. Елементи структури врожаю сортів сафлору залежно від строків збирання	
	4.3. Урожайність насіння сортів сафлору у дослідях	

	4.4. Вплив строків збирання на ступінь пошкодження насіння сафлору шкідниками	
	4.5. Особливості формування вмісту олії та білка в насінні сафлору в залежності від досліджуваних факторів	
	4.6. Динаміка вологості насіння і масова частка жмиху при різних строках збирання сафлору	
	4.7. Фізико-механічні властивості насіння (міцність, щільність)	
РОЗДІЛ 5	ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННЯ САФЛОРУ	
РОЗДІЛ 6	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ УДОСКОНАЛЕННІЙ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ ВИРОЩУВАННЯ САФЛОРУ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	
	6.1. Моделювання виробничих небезпек при удосконаленій технології та її елементів вирощування сафлору в Правобережному Лісостепу України	
	6.2. Охорона навколишнього і природного середовища при удосконаленій технології та її елементів вирощування сафлору в Правобережному Лісостепу України	
ВИСНОВКИ		
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ		
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ		
ДОДАТКИ		

ВСТУП

Актуальність теми. Сафлор красильний (*Carthamus tinctorius* L.) належить до важливих нішевих олійних культур, що характеризується високим вмістом лінолевої кислоти (до 75–80 %) в насіннєвій олії, що робить її цінною сировиною як для харчової, так і для фармацевтичної та косметичної промисловості. У зв'язку зі зростанням попиту на корисні рослинні жири, потреба у сафлоровій олії невпинно зростає, особливо на зовнішніх ринках. Завдяки посухостійкості, невибагливості до умов вирощування, високій енергетичній цінності, сафлор може бути альтернативою соняшнику, ріпаку та сої, особливо в регіонах із недостатнім зволоженням [1,2].

В умовах Правобережного Лісостепу України, які останніми роками зазнають трансформацій через зміну клімату, особливо актуальним є впровадження нових або малопоширених культур, які здатні забезпечити стабільну врожайність у посушливі роки. Сафлор добре переносить високі температури, формує урожай навіть за обмеженої кількості опадів, проте залишаються недостатньо вивченими питання оптимізації його агротехніки, зокрема вибору сорту та строків збирання [3].

Збирання сафлору має бути своєчасним, оскільки запізнення призводить до значного осипання насіння, а раннє збирання — до зниження його якості через підвищену вологість. Тому вдосконалення технології вирощування культури, з урахуванням фізіологічних особливостей дозрівання різних сортів і фаз стиглості, дозволить зменшити втрати урожаю та підвищити економічну ефективність виробництва.

Вивчення зазначених аспектів є важливим кроком до підвищення адаптивності агроєкосистем та раціонального використання ресурсів господарств у зоні Лісостепу.

Мета дослідження. Встановити оптимальні строки збирання та вивчити сортові особливості формування врожайності сафлору красильного в умовах Правобережного Лісостепу України для удосконалення технології його вирощування.

Завдання дослідження:

- визначити динаміку дозрівання та фізіологічні ознаки різних фаз стиглості у сортів сафлору;
- оцінити густоту рослин, біометричні показники та тривалість вегетаційного періоду за сортовою належністю;
- проаналізувати формування листкової поверхні та чистої продуктивності фотосинтезу у різні строки збирання;
- дослідити вплив строків збирання на урожайність, масу 1000 насінин, вміст олії та якісні показники насіння;
- визначити втрати насіння при різних фазах збирання врожаю та ступінь осипання залежно від сорту;
- провести економічну й енергетичну оцінку ефективності вирощування сафлору залежно від строків збирання та сорту.

Об'єкт дослідження. Процес формування урожайності сафлору красильного залежно від сорту та строку збирання.

Предмет дослідження. Біологічні особливості сортів сафлору красильного, показники продуктивності, структура врожаю, якість насіння, економічні та енергетичні показники залежно від агроприйомів.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати досліджень оприлюднено та обговорено: на Міжнародній науковій конференції студентській конференції в Уманському НУС у 2025 році.

Публікації. За матеріалами дипломної роботи опубліковано тези доповідей.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИРОЩУВАННЯ САФЛОРУ ТА НАПРЯМИ ЙОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО УДОСКОНАЛЕННЯ (огляд літератури)

1.1. Аграрно-економічне значення олійних культур

У світі олійні культури є одними з найважливіших аграрних культур, що відіграють ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки, сировинної бази для харчової та переробної промисловості, а також для виробництва біопалива і кормів для тваринництва. Значення олійних культур визначається як їхньою економічною цінністю, так і багатофункціональністю у аграрно-промисловому комплексі [4,5].

В Україні вирощують широкий асортимент олійних культур, які мають велике значення для аграрного сектору країни. Найпоширенішою олійною культурою є соняшник (*Helianthus annuus*), який займає провідне місце за площею посівів і виробництвом олії. Український соняшник відомий високою якістю насіння та олії, що користується великим попитом на внутрішньому та світовому ринках [6].

Ріпак (*Brassica napus*) — друга за важливістю олійна культура в Україні. Він вирощується як озима і яра форма, є цінним джерелом високоякісної олії з низьким вмістом глюкозинолатів. Ріпак також активно використовується для виробництва біодизелю [7,8].

Соя (*Glycine max*) набуває все більшого значення у сівозмінах завдяки високому вмісту білка і олії. Українські сорти сої адаптовані до різних кліматичних зон, що дає змогу вирощувати її в Лісостепу та Степу. Соя використовується як харчова продукція, так і як корм для тварин [9].

Крім цих основних культур, в Україні вирощують також льон олійний (*Linum usitatissimum*), який цінують за високий вміст лінолевої кислоти в олії, корисної для здоров'я людини. Льон має як харчове, так і технічне значення.

Кунжут (*Sesamum indicum*) — менш поширена, але перспективна олійна культура, яка відзначається високою олійністю і стійкістю до посухи. Він використовується як інгредієнт у харчовій промисловості та косметології [10,11].

Сафлор (*Carthamus tinctorius*) вирощують в основному в південних регіонах України. Ця культура цінується за стійкість до посухи та високу якість олії, що містить корисні жирні кислоти [12].

Отже, вітчизняне виробництво олійних культур базується на оптимальному поєднанні класичних культур і перспективних менш поширених видів, що дозволяє задовольнити як внутрішній попит, так і експортувати продукцію на світові ринки.

На глобальному рівні олійні культури займають значну площу посівів, поступаючись лише зерновим культурам. За даними FAO, площі, зайняті під олійними культурами, з року в рік збільшуються через зростаючий попит на рослинні олії. Це пов'язано з ростом населення, зміною харчових звичок, а також розвитком промислових напрямків використання олійних продуктів. До найбільш поширених олійних культур у світі належать соя, ріпак, соняшник, пальма, кунжут та сафлор [13,14].

Олійні культури є джерелом високоякісної рослинної олії, багатой на поліненасичені жирні кислоти, що є необхідними для здорового харчування людини. Вони також забезпечують виробництво макухи і шроту, які є важливим компонентом у кормовій базі тваринництва. Завдяки високій енергоцінності олійних культур, вони сприяють підвищенню продуктивності молочного та м'ясного скотарства [15,16].

Економічне значення олійних культур полягає також у формуванні валового доходу сільськогосподарських підприємств. Олійні культури мають високу рентабельність порівняно з багатьма іншими сільськогосподарськими культурами, що зумовлено не лише попитом на олію, а й відносно низькими затратами на вирощування у порівнянні з зерновими культурами. Особливо це актуально для зон, де традиційні зернові культури не завжди забезпечують високий рівень урожайності через кліматичні обмеження [17].

В Україні олійні культури займають понад 20 % загальної площі сільськогосподарських угідь і є одним із основних напрямів розвитку аграрного сектору. Найбільше значення мають соняшник, ріпак і соя, які формують великий експортний потенціал країни. Експорт рослинних олій та продуктів їх переробки складає вагомую частку валютних надходжень до бюджету України. Зокрема, український соняшник є відомим у світі завдяки високій якості та стабільним обсягам виробництва [18,19].

Перспективи розвитку олійного сектору в Україні пов'язані з впровадженням інноваційних технологій вирощування, удосконаленням сортименту культур, підвищенням якості сировини та розширенням переробних потужностей. Важливим є також розвиток біоенергетичних напрямів, де олійні культури слугують сировиною для виробництва біодизелю та біопалива, що є актуальним у контексті світової тенденції до сталого розвитку та зниження викидів парникових газів [20].

Значну увагу приділяють і селекції олійних культур із метою підвищення їхньої адаптивності до змін клімату, стійкості до хвороб і шкідників, а також підвищення вмісту олії і покращення якісних показників. Це сприяє підвищенню конкурентоспроможності продукції на світовому ринку.

Олійні культури забезпечують розвиток пов'язаних галузей промисловості: переробної (виробництво олії, кормів, біопалива), транспортної, зберігання та логістики. Розвинена інфраструктура сприяє зниженню втрат продукції при збиранні, транспортуванні і зберіганні, що покращує економічні показники виробництва [21,22].

У сільському господарстві олійні культури мають важливе значення і для підтримки ґрунтової родючості, оскільки їх сівозміни сприяють зниженню забур'яненості, покращенню структури ґрунту, а також підвищенню біологічної активності ґрунту. Вирощування олійних культур є важливою складовою агроєкосистеми, що впливає на стабільність виробництва [23].

Економічна ефективність вирощування олійних культур також пов'язана з їх потенціалом для інтегрованого виробництва: спільне вирощування

зернових і олійних культур у сівоzmіні дозволяє оптимізувати використання ресурсів і підвищити загальну продуктивність сільськогосподарських угідь [1].

Незважаючи на позитивні тенденції, сектор олійних культур стикається з низкою викликів, таких як коливання світових цін на олійні продукти, нестабільність кліматичних умов, посилення конкуренції на ринках збуту та потреба в модернізації технологій. Вирішення цих проблем можливе шляхом впровадження науково обґрунтованих агротехнологій, державної підтримки та розвитку ринку [24,25].

У підсумку, аграрно-економічне значення олійних культур полягає в їхній здатності забезпечувати високу економічну віддачу, сприяти продовольчій безпеці, підтримувати розвиток суміжних галузей і стимулювати сталий розвиток аграрного сектору як в Україні, так і у світі.

1.2. Світовий і вітчизняний досвід вирощування сафлору

Сафлор (*Carthamus tinctorius L.*) є однією з найдавніших олійних культур, яка була відома і вирощувалася в південних регіонах Азії, Середземномор'я та Північної Африки. Його історія сягає кількох тисячоліть, і в різні епохи він мав важливе значення як джерело олії, фарбників та корму [26,27].

На сучасному етапі сафлор широко вирощують у США, Індії, Мексиці, Австралії, Іспанії, Ірані та інших країнах з помірним та субтропічним кліматом. За площею посівів і виробництвом олії сафлор посідає друге місце серед олійних культур у США після сої та соняшнику. Зростання популярності сафлору у світі зумовлено його стійкістю до посухи, високою олійністю насіння, а також унікальним хімічним складом олії, що містить значну кількість лінолевої кислоти [28,29].

Основні виробничі райони у світі розташовані в штатах Каліфорнія, Арізона та Техас (США), де клімат сприяє вирощуванню сафлору без істотних втрат урожаю. В Індії сафлор культивується у високогірних районах, зокрема у штатах Раджастхан і Мадх'я-Прадеш, де традиційно він використовується і як олійна, і як лікарська культура [30].

Технологія вирощування сафлору у світовій практиці характеризується особливою увагою до строків сівби, глибини загортання насіння, норм сівби, системи удобрення та захисту від шкідників і хвороб. Сівба проводиться у весняний період або ранньою осінню, залежно від кліматичних умов регіону, із нормою 2–4 млн схожих насінин на гектар. Важливою умовою є вибір адаптованих сортів з урахуванням особливостей регіону [29].

Світова селекція сафлору спрямована на підвищення врожайності, стійкості до посухи, хвороб та шкідників, а також на покращення якості олії, зокрема збільшення вмісту поліненасичених жирних кислот і зниження вмісту гірких речовин. Важливим напрямом є створення сортів з різним періодом вегетації — ранніх, середніх і пізніх — для оптимізації виробництва на різних агрокліматичних територіях [30].

Вітчизняний досвід вирощування сафлору в Україні значною мірою базується на адаптації світових технологій до місцевих агрокліматичних умов. Перші випробування сафлору на українських землях датуються серединою ХХ століття, коли ця культура почала використовуватися як альтернативна олійна рослина у посушливих районах Степу [31].

В Україні основними регіонами вирощування сафлору є Правобережний Степ і Лісостеп, де кліматичні умови, зокрема посушливість літа, стимулюють використання посухостійких культур. Українські селекціонери розробили ряд сортів, які відзначаються підвищеною врожайністю та якістю насіння, адаптованих до умов короткого вегетаційного періоду і нестабільної звологості.

Технологія вирощування сафлору в Україні включає попередню підготовку ґрунту з урахуванням збереження вологи, оптимальні строки сівби в кінці квітня – на початку травня, а також застосування мінеральних та органічних добрив для покращення живлення рослин. Особлива увага приділяється захисту від бур'янів, хвороб (вовчок, іржа) та шкідників (тля, трипси), що можуть суттєво впливати на врожайність [32].

Вітчизняні дослідження показали, що врожайність сафлору варіює в межах 1,2–2,5 т/га, а вміст олії в насінні сягає 35–42 %. Це робить сафлор

перспективною культурою для розширення площ під олійними культурами, особливо в умовах кліматичних змін і посухи.

Особливе значення в Україні має розвиток переробної галузі, адже олія сафлору застосовується в харчовій промисловості, медицині, косметології, а також як сировина для виробництва біопалива. Підвищення ефективності вирощування і переробки сафлору має потенціал для створення нових робочих місць і збільшення експортного потенціалу країни [33,34].

Одним із викликів є недостатній рівень впровадження сучасних агротехнологій і селекційних розробок, що потребує посилення наукової підтримки та державної політики щодо підтримки олійного сектору. Водночас зростаючий інтерес до альтернативних олійних культур стимулює розвиток дослідних програм і поліпшення технологічних процесів [35].

Загалом світовий і вітчизняний досвід вирощування сафлору свідчить про високий потенціал цієї культури як перспективного джерела олії і корму, особливо в умовах змін клімату. Подальший розвиток сектора залежить від інноваційних підходів у селекції, агротехніці, захисті рослин і логістиці.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Анатомо-морфологічні та біоекологічні особливості розвитку сафлору

Сафлор фарбувальний (*Carthamus tinctorius* L.) — представник родини Айстрові, що вирізняється високою посухостійкістю, стабільною врожайністю й невибагливістю до умов вирощування. Його будова та біоекологічні особливості формувались під впливом аридного клімату, що обумовлює здатність культури адаптуватися до дефіциту вологи й високих температур.

Анатомо-морфологічно сафлор має добре розвинену стрижневу кореневу систему, яка проникає у ґрунт на глибину понад 2 м. Саме ця ознака забезпечує рослині доступ до глибинних запасів вологи, що критично важливо у зонах з нестійким зволоженням. Крім того, коренева система сприяє покращенню структури ґрунту та підвищенню його аерації [36].

Стебло прямостояче, жорстке, часто слабо порожнисте всередині, вкрите восковим нальотом. Його висота варіює залежно від сорту та умов вирощування і може сягати від 60 до 120 см. Стебло галузиться, що сприяє формуванню великої кількості суцвіть [37].

Листки чергові, видовжено-ланцетні, з колючими краями, розміщені без черешків. Їхня колючість виконує захисну функцію — зменшує поїдання тваринами та втрату вологи через випаровування. Верхні листки менші, ніж нижні, що характерно для ксерофітних рослин.

Суцвіття — типові для айстрових кошики, що формуються на верхівках пагонів. Діаметр кошика — 1,5–3,5 см, у ньому розміщується від 20 до 100 трубчастих квіток. Квітки яскравого забарвлення (жовтого, помаранчевого або червоного), що приваблюють запилювачів, зокрема бджіл. Сафлор — ентомофільна рослина, запилення покращує зав'язування насіння [38].

Плід — чотиригранна, тверда сім'янка, білого або сірого кольору, вкритий дерев'янистою оболонкою. Маса 1000 насінин — 30–50 г. Вона не має пуху, не розлітається, що сприяє механізованому збиранню. У структурі

насіння значна частка припадає на маслянисту фракцію, яка містить до 38 % олії.

Щодо біоекології, сафлор — культура довгого дня, з вегетаційним періодом 90–130 днів. Добре реагує на підвищення температури повітря: оптимум для росту й розвитку — +20...+25 °С. Насіння починає проростати вже за +3...+5 °С, що дозволяє проводити сівбу в ранні строки. Висока стійкість до весняних заморозків та короткочасної посухи є перевагою в умовах кліматичної нестабільності [39].

Фази розвитку сафлору включають: проростання, сходи, формування розетки, стеблуння, бутонізація, цвітіння, налив насіння, дозрівання. Період розетки триває 3–4 тижні, у цей час закладаються репродуктивні органи. У фазі цвітіння триває активне запилення, формуються плоди, і культура активно засвоює поживні речовини.

Сафлор добре переносить високі температури, проте чутливий до надмірного зволоження, особливо у фазі наливу насіння. У вологих умовах підвищується ризик розвитку грибкових хвороб, зокрема фузаріозу, септоріозу, борошнистої роси [40].

Адаптивний потенціал сафлору дозволяє вирощувати його у регіонах із ризикованим землеробством, де інші олійні культури дають нестійкі врожаї. Його кореневі, анатомічні та фізіологічні особливості роблять культуру важливою складовою систем землеробства в умовах кліматичних викликів. Крім того, культура має не лише аграрне, а й фармакологічне та промислове значення.

2.2. Агрономічна характеристика та селекційні ознаки сортів сафлору використаних у дослідженнях

Сорт сафлору красильного (*Carthamus tinctorius* L.) ‘Степовий’ створений в Україні та зареєстрований у 2006 році. Районований для вирощування в умовах Степу, сорт має олійний напрям використання. Оригінатор – ТОВ НВАФ «Землеробець» (Україна). У даний час сорт виключений із Державного реєстру.

Рослина характеризується середнім терміном цвітіння (настання фази відкритих суцвіть у 50% рослин) та типовими середніми показниками морфологічної структури. Первинний листок має середню довжину, дуже вузьку ширину та значне відношення довжини до ширини (індекс – 7), із відсутнім або дуже коротким черешком, майже без колючок і зубчастості.

На 15 день після появи сходів висота рослини не визначалась. Перший рівень гілкування та прикріплення суцвіть розташований на середній висоті. Первинні гілки мають середню довжину. Шостий листок – довгий, середньої ширини, з еліптичною формою, помірним зеленим забарвленням, слабкою зубчастістю й майже повною відсутністю колючок.

Суцвіття середнього розміру, із приквітками, що мають велике співвідношення довжини до ширини (індекс – 7) та незначну кількість колючок. Язичкові квітки мають помаранчеве забарвлення з наявним переходом кольору у процесі розвитку. Сім'янки – білі, середнього розміру та маси (маса 1000 насінин – середня). Вміст олії у насінні високий, а частка олеїнової кислоти – середня.

Сорт 'Степовий' рекомендований для отримання олії високої якості та адаптований до агроєкологічних умов південної України. Сукупність агроморфологічних ознак свідчить про стабільність сорту в польових умовах і його потенційну доцільність для ресурсозберігаючих технологій вирощування.

Сорт сафлору красильного Живчик (Zhyvchyk).

Рік реєстрації: 2009, статус у Державному реєстрі сортів рослин України: внесений. Рекомендована зона вирощування: Степ. Напрямок використання: Олійний. Установи-оригінатори: Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України

Морфолого-біологічна характеристика сорту 'Живчик'

1. Первинний листок: довжина пластинки – довга (7 балів), ширина пластинки – середня (5 балів), відношення довжини до ширини – середнє (5 балів), довжина черешка – відсутній або дуже короткий (1 бал), кількість колючок – відсутні або дуже мало (1 бал), зубчастість – відсутня або дуже слабка (1 бал).

2. Ранній розвиток: висота рослини на 15-й день після сходів – середня (5 балів), початок цвітіння (50% рослин з відкритим суцвіттям) – ранній (3 бали).

3. Архітектоніка рослини: висота прикріплення першої гілки – висока (7 балів), висота розміщення суцвіть – висока (7 балів), довжина найдовшої первинної гілки – середня (5 балів).

4. Ознаки шостого листка: колір – помірно зелений (5 балів), довжина пластинки – довга (7 балів), ширина пластинки – середня (5 балів), відношення довжина/ширина – середнє (5 балів), форма – яйцеподібна (4 бали), кількість колючок – відсутні або дуже мало (1 бал), губчастість – відсутня або дуже слабка (1 бал).

5. Суцвіття та квітка: довжина середнього приквітка – середня (5 балів), ширина середнього приквітка – широка (7 балів), відношення довжина/ширина – середнє (5 балів), кількість колючок на приквітку – відсутні або дуже мало (1 бал), язичкова квітка – оранжевого кольору (3 бали), зміна кольору язичкової квітки – неявна (9 балів).

6. Насіння: маса 1000 насінин – середня (5 балів), розмір сім'янки – середній (5 балів), колір – білий (1 бал), вміст олії – високий (7 балів), вміст олеїнової кислоти – середній.

Сорт Живчик характеризується ранньостиглістю, високою олійністю насіння з середнім вмістом олеїнової кислоти, та зменшеним вмістом колючок як на листках, так і на приквітках, що сприяє кращій придатності до механізованого збирання. Його морфологічні ознаки свідчать про адаптованість до умов Степу, середній стартовий ріст, хорошу структурну організацію рослин із високим розташуванням гілок та суцвіть, що забезпечує рівномірне дозрівання.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Агрономічна характеристика чорнозему опідзоленого

Чорнозем опідзолений є різновидом зонального ґрунту, що формується переважно в умовах лісостепової зони під трав'янистою або лісостеповою рослинністю при помірно зволоженому кліматі. Він займає проміжне положення між типовими чорноземами та дерново-підзолистими ґрунтами, що зумовлює його морфогенетичні та агрономічні особливості. За гранулометричним складом, у більшості випадків, це важкосуглинкові або середньосуглинкові ґрунти з підвищеним вмістом мулуватої фракції (частки $<0,01$ мм), що зумовлює їхню високу агровологодієздатність і сприятливу структурність.

Гумусовий профіль чорнозему опідзоленого, як правило, розвинений на глибину 50–60 см, проте його потужність поступається типовим чорноземам і становить 3,5–4,5 %. Гумус фульватно-гуматного типу з перевагою гумінових кислот, пов'язаних із кальцієм, що зумовлює помірну кислотність профілю (рН сольовий 5,5–6,0) і потребу у періодичному вапнуванні.

Гумус розташовується переважно у верхньому горизонті, тоді як під ним простежується перехідний елювіюваний горизонт з ознаками опідзолення — втратою колоїдів і вимиванням оксидів заліза, алюмінію та гідролізованих форм катіонів.

Агрономічно важливим є висока ємність катіонного обміну (20–25 ммоль(+)/100 г ґрунту), що забезпечує ефективне акумулювання та збереження основних елементів живлення — кальцію, магнію, амонійного азоту, калію та фосфатів. Однак ступінь насичення основами часто коливається в межах 70–80 %, що знижує буферність ґрунту і робить його чутливим до кислотного навантаження.

Водні властивості чорнозему опідзоленого задовільні: максимальна вологоємність становить 28–33 %, при цьому капілярна волога доступна рослинам у межах 18–22 %.

Щільність складення орного горизонту варіює в межах 1,1–1,3 г/см³, що забезпечує достатню аерацію кореневої зони. У той же час, у нижчих горизонтах часто виявляється щільний або напівцементований ілювіальний горизонт (Bt), що знижує інфільтраційну здатність профілю та викликає періодичне перезволоження при надмірних опадах.

За біологічною активністю чорноземи опідзолені поступаються типовим чорноземам, що зумовлено меншою кількістю органічної речовини та нестійкістю біоценозу у верхніх горизонтах. Зокрема, мікробіологічна активність в умовах бездобрового обробітку знижується, що вимагає внесення органічних добрив і мікробіологічних препаратів для стимуляції ґрунтової біоти.

Агрофізичні характеристики чорнозему опідзоленого є задовільними за умов дотримання протиерозійних заходів і мінімального ущільнення. У структурному відношенні ґрунт має високу частку водотривких агрегатів (55–65 %), проте за інтенсивного механічного обробітку спостерігається деградація структури з розвитком запливного горизонту. Це вимагає дотримання щадних технологій основного обробітку ґрунту — зокрема, обмеженого використання плуга з заміною його чизелюванням або дискуванням.

Таким чином, чорнозем опідзолений характеризується середньою родючістю, задовільними фізико-хімічними та водно-фізичними властивостями, однак вимагає раціонального ведення землеробства — внесення органічних і вапнякових матеріалів, контролю кислотності, захисту від ущільнення та ерозії.

Його агрономічна ефективність значною мірою залежить від культури землеробства, біологізації технологій та адаптованого підбору сільськогосподарських культур.

3.2. Агрокліматичні умови Правобережного Лісостепу України в роки досліджень

Правобережний Лісостеп України характеризується помірно континентальним кліматом із достатнім, проте нестійким зволоженням, що відіграє визначальну роль у формуванні урожайності польових культур. Кліматичні умови цього регіону тісно пов'язані з циркуляційними процесами у тропосфері та проявами антициклональної й циклональної діяльності в Центральноевропейському та Причорноморському регіонах. За агрокліматичними характеристиками регіон належить до II агрокліматичного району України, з помірною сумою ефективних температур ($>10^{\circ}\text{C}$) та коефіцієнтом зволоження в межах 0,8–1,0.

У 2024 році весняний період розпочався з аномально теплої погоди в березні: середньомісячна температура повітря перевищувала багаторічну норму на $2,1^{\circ}\text{C}$, що сприяло ранньому початку вегетації озимих і зумовило активізацію мікробіологічних процесів у ґрунті.

Квітень характеризувався нестійкими погодними умовами: чергування теплих і прохолодних періодів супроводжувалося короткочасними дощами, які в сукупності забезпечили задовільну вологозабезпеченість у шарі ґрунту 0–20 см (понад 25 мм).

У травні спостерігалось зниження кількості опадів — до 28–35 мм за місяць (на 20–30 % нижче норми), що дещо ускладнило процеси формування генеративних органів у ярих культур. Попри це, тепловий режим залишався сприятливим: сума активних температур за травень перевищила норму на 12–15 %.

Літній період 2024 року був контрастним. Червень характеризувався доброю зволоженістю (до 80 мм опадів), що сприяло активному росту вегетативної маси. Липень відзначився різким дефіцитом вологи (опадів лише 12–18 мм), підвищенням температур до $33\text{--}35^{\circ}\text{C}$ і формуванням умов для атмосферної та ґрунтової посухи.

У серпні ситуація частково стабілізувалася завдяки зниженню температури до 26–28 °С і випадінню 30–45 мм опадів, що позитивно позначилося на дозріванні пізніх культур.

Осінь 2024 року була тривало теплою і сухою, із затримкою проходження межі +10 °С аж до кінця жовтня. Це зумовило продовження вегетації озимих культур та сприятливо вплинуло на їх осінній розвиток. У листопаді спостерігалось поступове зниження температур, однак значущих морозів до початку грудня не було, що позитивно вплинуло на процеси загартування рослин.

Зима 2024/25 року мала нестійкий характер: часті відлиги, незначний сніговий покрив (до 10 см), перепади температур у межах від –10 до +6 °С. Це зумовило нерівномірне промерзання ґрунту, хоча загалом умови перезимівлі не були екстремальними для озимини. У лютому 2025 року встановилася стабільна снігова подушка, що забезпечила вологозаряд у передпосівний період.

Весна 2025 року почалася зі знижених температур у березні (–1...+3 °С), що затримало початок польових робіт на 7–10 днів порівняно з середньобогаторічними строками.

Квітень відзначився інтенсивним наростанням тепла і помірним зволоженням, особливо у другій декаді (понад 35 мм опадів). Це забезпечило сприятливі умови для сівби та сходів ярих культур.

Травень був теплішим за норму на 1,5 °С, але з дефіцитом опадів, що зумовило необхідність агротехнічних заходів для збереження вологи в ґрунті.

Літній період 2025 року загалом був посушливим, особливо липень, з критично низькою кількістю опадів (менше 10 мм) і температурами понад 35 °С, що призвело до передчасного старіння рослин та зниження потенційної продуктивності. Однак серпневі опади (до 40 мм) частково компенсували дефіцит вологи, особливо для пізніх форм сафлору.

Вегетаційний період завершився в умовах дефіцитного зволоження, що зумовило важливість правильного вибору строків збирання врожаю для мінімізації втрат від осипання насіння.

Загалом агрокліматичні умови 2024–2025 років були відносно сприятливими, але супроводжувалися окремими ризик-факторами: весняна нестабільність, літні посухи, осінні перепади температур. Ці чинники потребували адаптивного підходу до агротехніки та ретельного вибору строків сівби і збирання з урахуванням біологічних особливостей сортів.

3.3. Схема дослідів та методичні підходи, застосовані у вивченні вирощування сафлору

Для проведення досліджень були використані дослідні поля Уманського національного університету, які відповідають вимогам до ґрунтово-кліматичних умов вирощування сафлору.

У дослідженні було використано два селекційні сорти — Живчик та Степовий, які відзначаються різною тривалістю вегетаційного періоду та адаптивністю до умов Степу і Лісостепу згідно схеми.

Схема дослідів

Фактор А – Сорти

- Живчик
- Степовий

Фактор В – Строки збирання

- **Початок пожовтіння рослин** — 30–40 % рослин у посіві мають ознаки пожовтіння, кошики лише починають підсихати.
- **Пік пожовтіння (оптимальний час збирання)** — 70–80 % рослин пожовкло, більшість кошиків дозріли, насіння затверділо.
- **Кінець пожовтіння (початок засихання)** — 90–100 % рослин повністю пожовкли, стебла сухі, кошики ламкі, можливі втрати насіння через осипання.

Облікова площа кожної облікової ділянки становила 10 м², загальна площа дослідів з урахуванням повторностей та технологічних проходів — 180 м². Дослід закладено згідно з методикою у трикратній повторності, рендомізації варіантів.

Методи проведення досліджень

3.1. Фенологічні спостереження

Проводяться згідно з Методикою польового досліду в агрономії (ДСТУ 4115-2002). Визначають дати появи сходів, початку цвітіння, формування кошиків, пожовтіння та повної стиглості. Фіксують тривалість вегетаційного періоду в кожному варіанті [41,42].

3.2. Облік урожайності

Збір урожаю проводять вручну або за допомогою малооб'ємного комбайну з кожної облікової ділянки площею 10 м² (або за іншим стандартом ділянки, прийнятим у дослідженні). Після збирання насіння очищають, сушать до стандартної вологості (8–9 %) і зважують.

Урожайність перераховують у ц/га. ДСТУ 7169:2010 «Насіння олійних культур. Методи визначення урожайності» [43,44].

3.3. Визначення маси 1000 насінин

Проводять зважування 1000 насінин на аналітичних вагах. Повторність – 4 рази. ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості» [45].

3.4. Визначення вологості насіння

Вологість визначають методом висушування у сушильній шафі при температурі 103 ± 2 °C протягом 17 годин. ДСТУ ISO 665:2003 – Насіння олійних культур. Визначення вологості [46].

3.5. Визначення олійності насіння

Метод екстракції ефіром (апарат Сокслета). ДСТУ 4964:2008 – Насіння олійних культур. Визначення вмісту олії [47,48].

3.6. Визначення втрат при збиранні

Після збирання вручну підраховують кількість насіння, яке осипалося до збирання (на ділянках 0,25 м², не менше 4 точок на повторенні). Втрати визначають як % від потенційної врожайності [49].

Обробка результатів. Статистична обробка результатів проводиться за допомогою методів дисперсійного аналізу . Програми: **Excel, Statistica, R.**

Розраховують середні значення, стандартне відхилення ($\pm SD$), $HiP_{0,05}$ для перевірки достовірності [50-52].

3.4. Особливості агротехніки вирощування сафлору в умовах польових досліджень

Дослідження проводили на чорноземах типових. Попередник — цукрові буряки. Основний обробіток — оранка на глибину 22–25 см. Перед сівбою — культивація з коткуванням.

Сівбу здійснювали у другій декаді квітня на глибину 4–6 см. Норма висіву — 500 тис. схожих насінин/га. Мінеральне живлення: $N_{30}P_{30}K_{30}$ до сівби.

Упродовж вегетації проводили міжрядні обробітки для контролю бур'янів. Збирання — за схемою досліду відповідно до фаз пожовтіння.

Передпосівна підготовка ґрунту. Поля під сафлор готували після цукрових буряків — одного з кращих попередників, що забезпечує глибоке розпушення ґрунту, зниження засміченості та покращення поживного режиму. Після збирання буряків проводили лушення стерні важкими дисковими боронами з подальшою оранкою на глибину 25–27 см. Навесні проводили вирівнювання поля та передпосівне боронування для збереження вологи.

Сівба сафлору. Сівбу проводили ранньою весною, щойно ґрунт прогрівався до $+5...+6^{\circ}C$ на глибині 5–6 см. Висівали кондиційне насіння сортів Живчик і Степовий, на глибину 5–6 см, з міжряддями 45 см. Норма висіву — 15–18 кг/га. Сівба проводилась звичайним рядковим способом із контролем рівномірного загортання насіння.

РОЗДІЛ 4

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННЯ САФЛОРУ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

4.1. Період вегетації та структурна збереженість посівів сафлору в передзбиральний період

Встановлено, що за порівняльної оцінки періоду вегетації та структурної збереженості посівів сортів сафлору Живчик і Степовий за різних строків збирання відзначено суттєві відмінності, що мають важливе агротехнічне значення.

Досліджено, що у фазу початку пожовтіння (30–40 % пожовклих рослин) сорти характеризуються ще недостатнім рівнем фізіологічної зрілості. Сорт Живчик мав тривалість вегетації 110 днів та збереженість рослин 94 %, тоді як у Степового ці показники становили 108 днів і 92 % відповідно. У цей період спостерігалось підвищене водонасичення стебел і м'якість кошиків, що потенційно ускладнює механізоване збирання.

На етапі піку пожовтіння (70–80 % пожовклих рослин), який вважається оптимальним строком для збирання, обидва сорти досягли найвищого рівня структурної збереженості: 97 % у сорту Живчик при вегетації 118 днів, та 95 % у сорту Степовий при 115 днях. У цей період кошики мали щільну структуру, насіння — затверділе, а стебла — достатню міцність, що мінімізує втрати під час збирання. Саме на цьому етапі досягається найвища технологічна стиглість і економічна доцільність збирання врожаю.

У фазу кінця пожовтіння (90–100 % пожовклих рослин), коли рослини починають засихати, спостерігається помітне зниження збереженості посівів — до 88 % у сорту Живчик (125 днів вегетації) та 85 % у Степового (122 дні). На цьому етапі зростають втрати насіння через осипання та ламкість стебел, що ускладнює якісне збирання і знижує потенційну врожайність (рис.1).

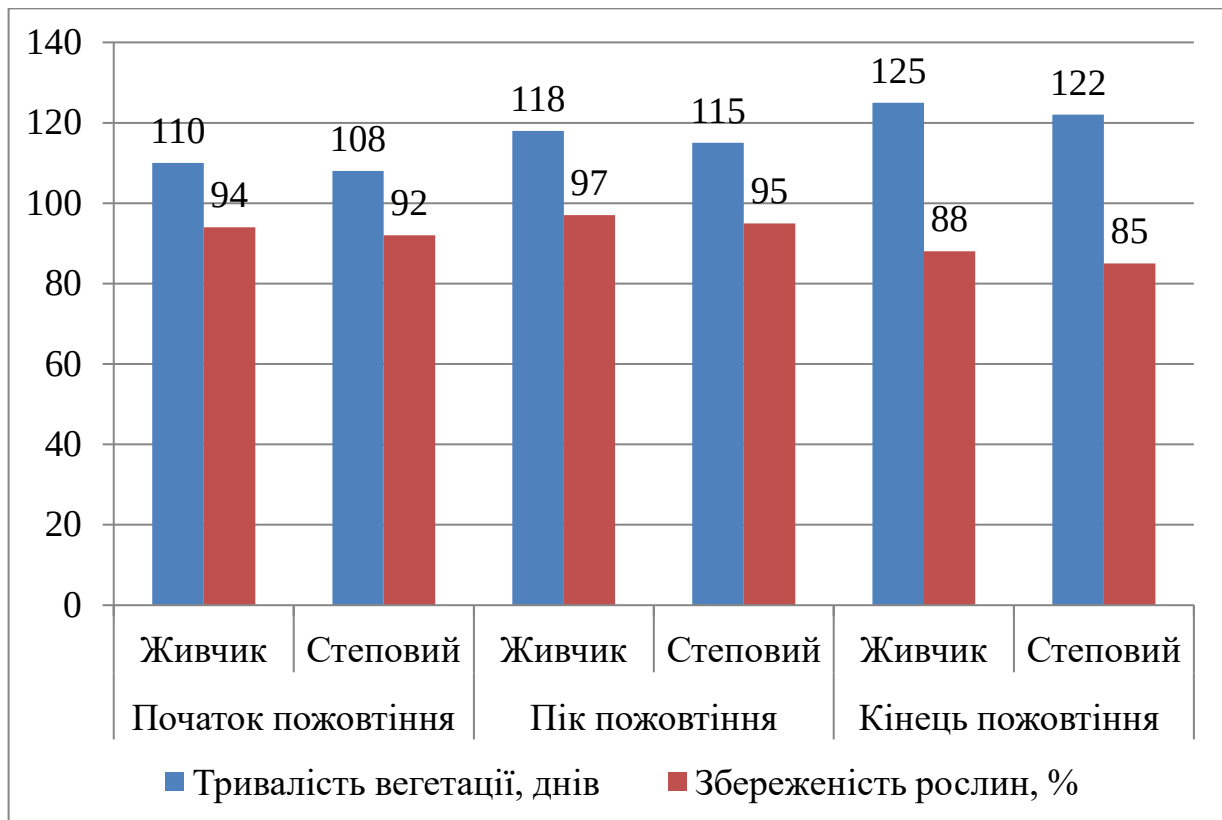


Рис.1. Період вегетації та структурна збереженість посівів сафлору в передзбиральний період залежно від сорту та строків збирання, %

Отже, сорт Живчик демонструє дещо довший період вегетації та стабільнішу структурну збереженість у всіх строках збирання, що вказує на його вищу адаптивність до коливань у термінах дозрівання. Обидва сорти найкраще реагують на збирання в період піку пожаття, коли технічна та біологічна стиглість перебувають у балансі. Затримка зі збиранням призводить до втрат урожаю, зниження якості насіння та економічної ефективності вирощування сафлору.

Дослідження у передзбиральний період вказують, що густота стояння рослин сафлору демонструє чітку залежність як від сортових особливостей, так і від строків збирання урожаю.

Встановлено, що на початку пожаття густота зберігалася на рівні 148 тис./га у сорту Живчик і 140 тис./га у сорту Степовий, що свідчить про добру первинну польову стійкість обох сортів (рис.2).

Максимальні значення густоти перед збиранням спостерігалися за умови проведення збирання в оптимальні строки (пік пожаття) — 152 тис./га у

Живчика та 147 тис./га у Степового. Це свідчить про збереження повноцінної структури посівів за найсприятливіших умов збирання (рис.2).

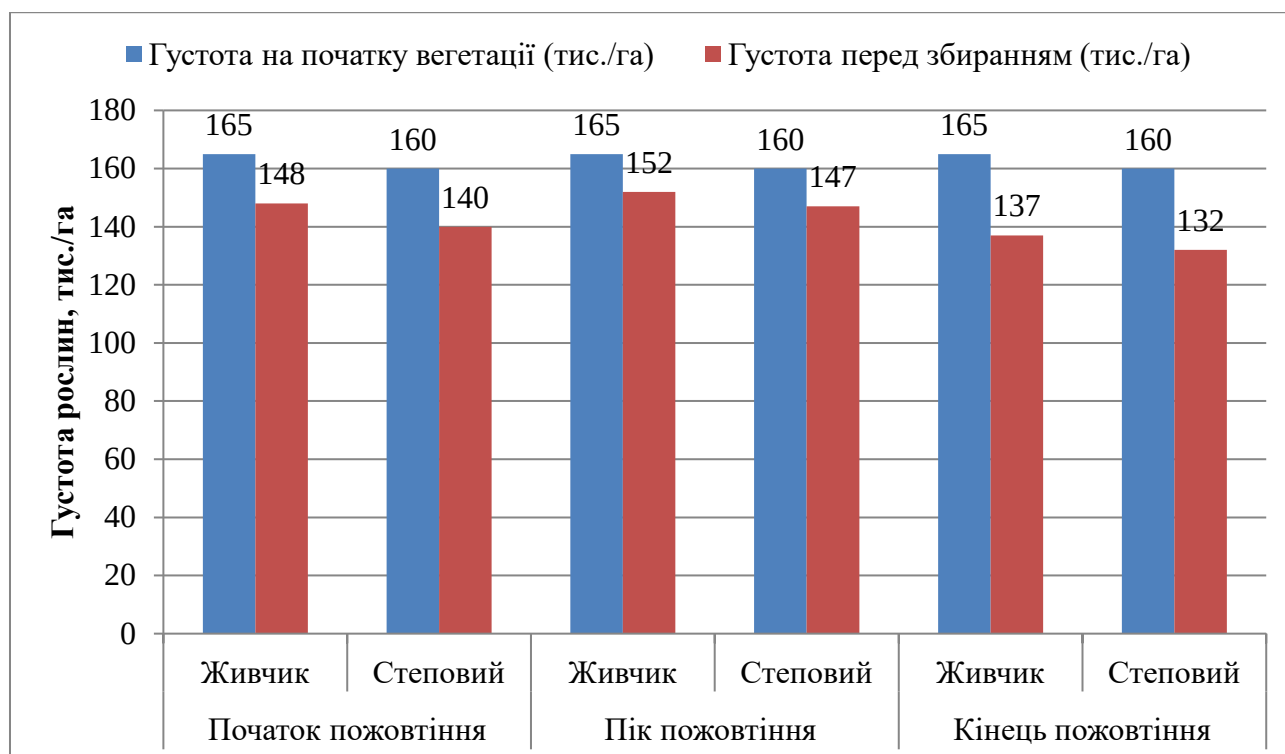


Рис. 2. Густота рослин сортів сафлору у дослідженнях, тис./га

Отже, при збиранні в пізні строки (кінець пожовтіння) зафіксовано найнижчі показники густоти: 137 тис./га у Живчика та 132 тис./га у Степового. Це зумовлено посиленням осипанням насіння, ламкістю стебел, ураженням рослин хворобами чи механічними пошкодженнями. Загалом, Живчик зберігав дещо вищу густоту на всіх етапах, що свідчить про його кращу адаптивність до технологічних умов збирання.

4.2. Елементи структури врожаю сортів сафлору залежно від строків збирання

Найбільшу кількість кошиків формують рослини обох сортів при збиранні у фазу піку пожовтіння (70–80 % пожовклих рослин), що є оптимальним строком.

У сорту Живчик цей показник становив 12,4 шт., а у Степового — 11,8 шт.. У разі раннього збирання (30–40 % пожовтіння) кількість кошиків зменшується (до 11,2 і 10,7 шт. відповідно), що, ймовірно, пов'язано з

недозріванням частини генеративних органів. При запізненні зі збиранням (90–100 % пожовтіння) спостерігається ще більше зниження (до 9,5 у Живчика та 9,0 у Степового), що може бути зумовлено осипанням кошиків або відмиранням частини пагонів.

Маса 1000 насінин також демонструє чітку тенденцію зниження при відхиленні від оптимального строку збирання. Найбільші значення відмічені при збиранні в оптимальний період — 38,6 г у сорту Живчик та 36,9 г у Степового. При дуже ранньому збиранні показники були нижчими (35,2 і 33,8 г відповідно), що свідчить про незавершене накопичення маси у насінні.

Досліджено, що при пізньому збиранні (90–100 % пожовтіння) маса 1000 насінин знижується ще більше (до 33,1 і 31,5 г), що, ймовірно, пов'язано з процесами деградації насіння, втратами вологи або розвитком вторинних інфекцій (рис.3).

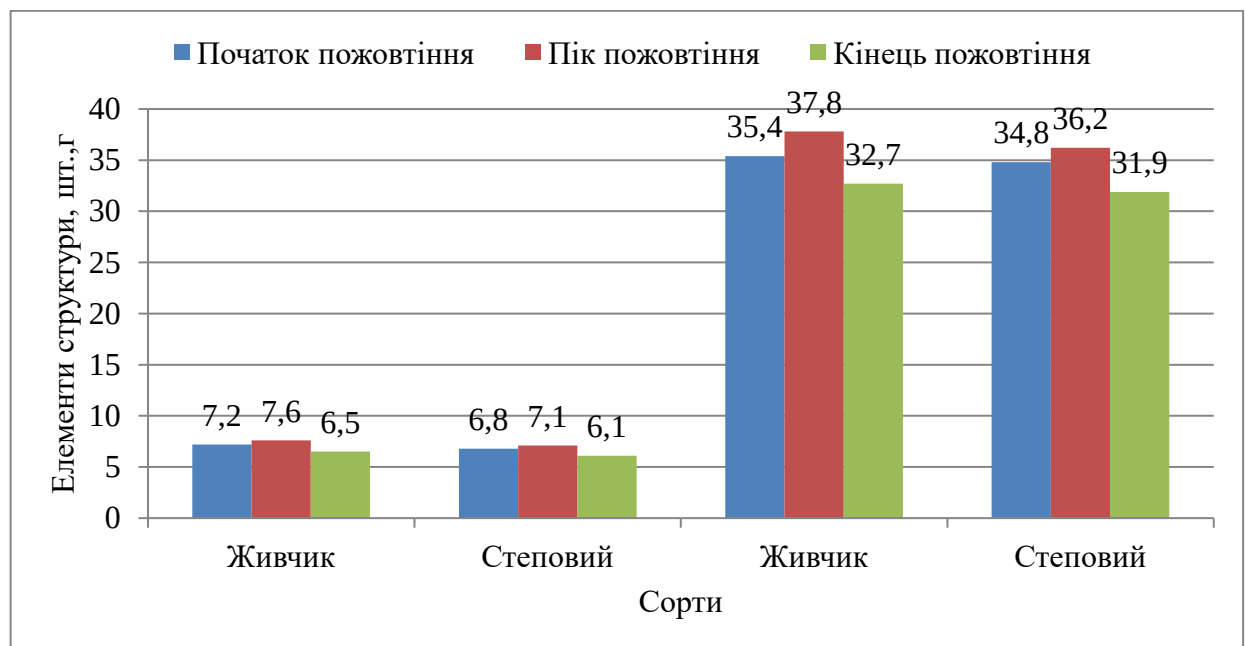


Рис. 3. Кількість кошиків на 1 рослину і маса 1000 насінин сортів сафлору, шт.

За результатами статистичного аналізу встановлено, що кількість кошиків на одну рослину сафлору в середньому становила 6,88 шт., що свідчить про добру гілкуватість культури.

Стандартне відхилення 0,47 та коефіцієнт варіації 6,83 % вказують на незначну мінливість цього показника серед досліджуваних зразків. Маса 1000 насінин у середньому дорівнювала 34,8 г, що є типовим показником для

продуктивних форм сафлору. При цьому коефіцієнт варіації 6,06 % також підтверджує стабільність цієї ознаки. Отже, елементи структури врожаю характеризуються відносною однорідністю і свідчать про високий рівень адаптивності культури до умов досліду. Низький CV (<10%) свідчить про відносну стабільність показників, що є ознакою доброї однорідності посівів незалежно від умов дозрівання (табл..1).

Таблиця 1

Статистичні показники за елементами структури врожаю сафлору

Показник	Середнє значення	Стандартне відхилення (SD)	Коефіцієнт варіації (CV, %)
Кількість кошиків на 1 рослину	6,88	0,47	6,83
Маса 1000 насінин, г	34,80	2,11	6,06

Отже, для забезпечення максимальної кількості кошиків і маси насіння доцільно проводити збирання у фазу піку пожовтіння (70–80 %), що підтверджується статистичною стабільністю та високими значеннями структурних ознак врожайності в обох сортів.

4.3. Урожайність насіння сортів сафлору у дослідях

Урожайність насіння сортів сафлору Живчик і Степовий демонструє залежність від строків збирання. Відмічено, що для обох сортів максимальні показники врожайності спостерігаються в період піку пожовтіння, коли 70–80 % рослин мають ознаки дозрівання. Сорт Живчик стабільно перевищує Степовий за врожайністю у всі періоди, зокрема в оптимальний строк збирання показник становить 4,1 т/га проти 3,8 т/га відповідно.

Встановлено, що у період початку пожовтіння урожайність нижча — 3,5 т/га у Живчика та 3,2 т/га у Степового, що пов'язано з недостатньою стиглістю насіння. В кінці пожовтіння, коли рослини вже майже повністю висохли, врожайність значно знижується (3,0 і 2,7 т/га відповідно), ймовірно через втрати насіння через осипання (рис. 4).

Важливо вказати, що аналогічна тенденція спостерігається і у виході олії з насіння. Максимальні обсяги олії припадають на період піку пожовтіння (1,26 т/га у Живчика та 1,14 т/га у Степового), що свідчить про оптимальний час збору для забезпечення найвищої продуктивності за основними показниками. Зменшення виходу олії у ранніх і пізніх строках збирання корелює з нижчою врожайністю та ступенем стиглості насіння (рис. 4).

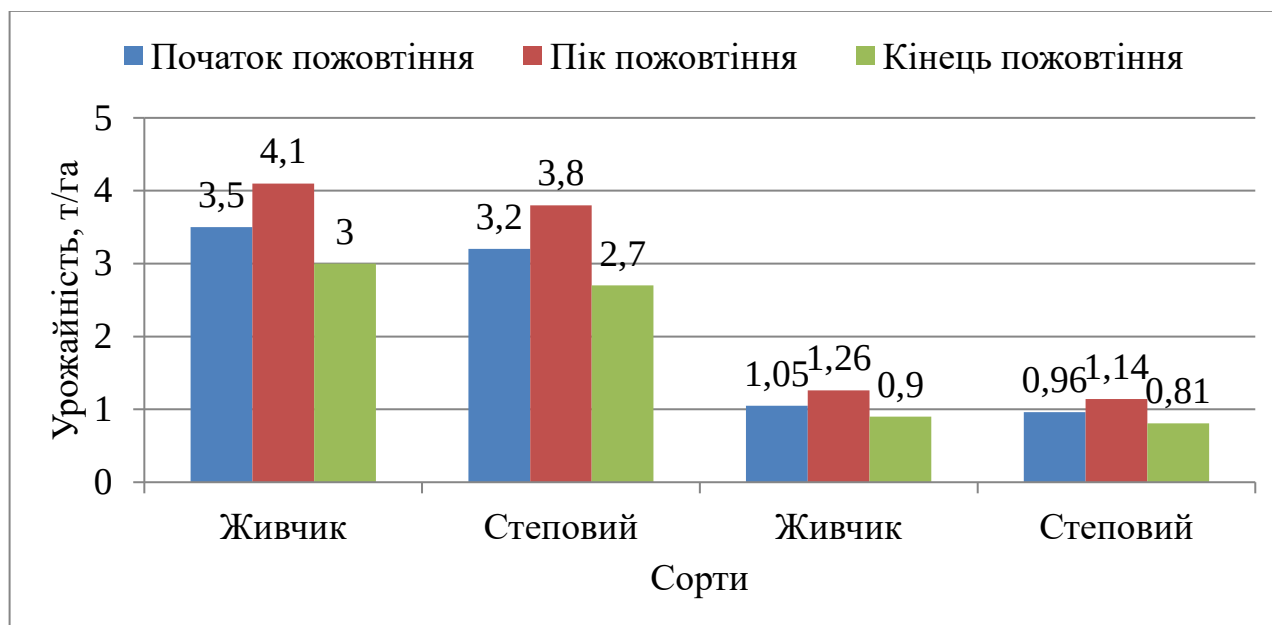


Рис. 4. Урожайність насіння сортів сафлору залежно від строків збирання і вихід олій (т/га)

Отже, сорт Живчик має переваги щодо як врожайності, так і виходу олії, а збір урожаю в період піку пожовтіння є найбільш доцільним для отримання максимального ефекту від вирощування обох сортів.

Встановлено, що вихід біомаси надземної частини сафлору залежно від сорту (Живчик та Степовий) і строків збирання, вказує, про чітку тенденцію до зменшення маси надземної частини із наближенням до пізніх строків збирання.

Найвищі показники біомаси спостерігалися при збиранні у фазу початку пожовтіння (30–40 % рослин): – 10,4 т/га у сорту Живчик– 10,1 т/га у сорту Степовий. Це зумовлено ще не завершеним фізіологічним старінням стебел і листків, збереженням тургору та високої вологоутримувальної здатності тканин (рис.5).

Досліджено, що у фазу піку пожовтіння (70–80 % рослин) біомаса зменшувалась до: – 9,2 т/га (Живчик) і – 9,0 т/га (Степовий), що відповідає

періоду активного дозрівання, коли спостерігається часткове висихання стеблової маси та листя.

Найнижчі значення виходу біомаси фіксувалися при пізньому збиранні (90–100 % пожовтіння), що пов'язано з повною десикацією рослин: – 7,8 т/га (Живчик)– 7,5 т/га (Степовий). На цьому етапі рослини втрачають значну частину маси через висихання та можливе осипання частини органів.

Варто вказати, що сорт Живчик незначно переважає Степовий за показниками біомаси на всіх етапах збирання, що може бути важливим у разі використання зеленої маси як вторинного продукту або для енергетичних цілей (рис.5).

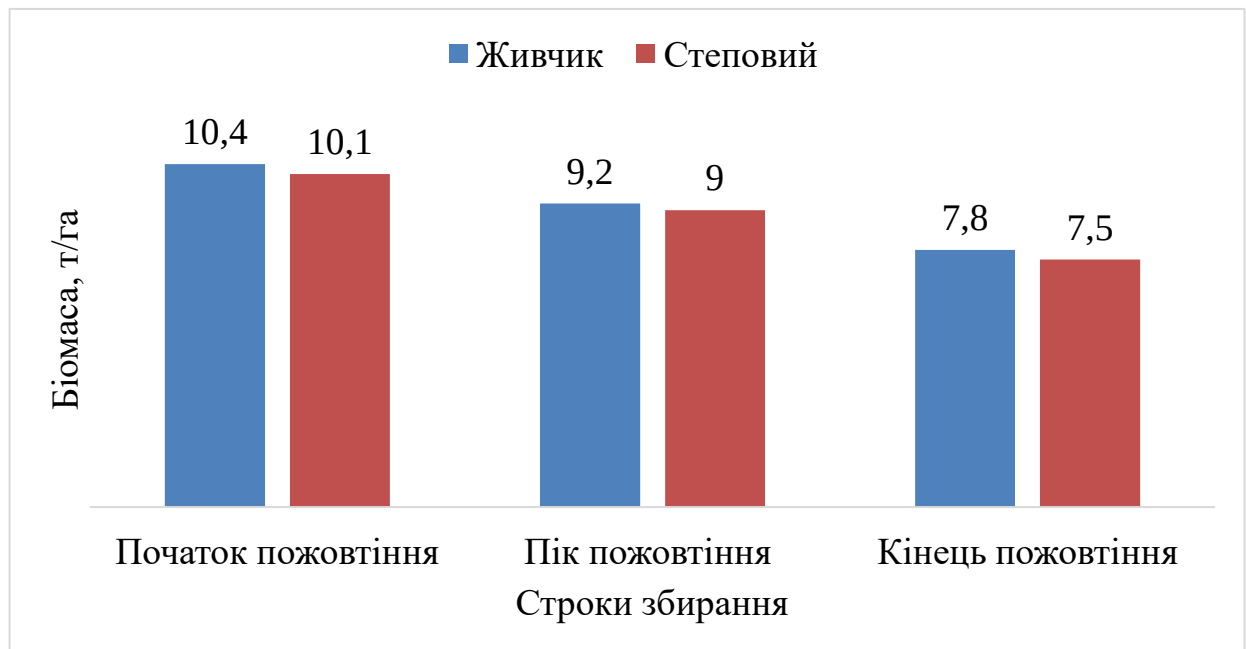


Рис. 5. Вихід біомаси надземної частини сортів сафлору, (т/га)

Таблиця 2 демонструє ступінь варіабельності врожайності насіння сортів Живчик та Степовий за трьома фазами пожовтіння рослин: початок пожовтіння, пік пожовтіння та кінець пожовтіння. Для кожного сорту наведено стандартне відхилення (SD) та коефіцієнт варіації (CV), що відображають розсіяння даних та відносну стабільність результатів відповідно.

Для сорту Живчик стандартне відхилення врожайності коливається від 0,15 т/га на початку пожовтіння до 0,10 т/га у фазі кінця пожовтіння, що свідчить про зменшення розбіжностей у показниках при пізнішому збиранні.

Коефіцієнт варіації, який змінюється в межах 4,2–5,5 %, вказує на досить високу стабільність врожайності цього сорту протягом усієї вегетації.

Сорт Степовий має дещо більшу мінливість врожайності, що підтверджується вищими значеннями стандартного відхилення — від 0,18 т/га до 0,12 т/га, а також коефіцієнта варіації у межах 4,7–6,3 %. Це може свідчити про більшу чутливість сорту до факторів довкілля або агротехнічних умов у різні строки збирання (табл.2).

Таблиця 2

Статистичні показники врожайності сортів сафлору Живчик і Степовий залежно від строків збирання

Фактор	Показник	Початок пожовтіння	Пік пожовтіння	Кінець пожовтіння
Живчик	SD (т/га)	0,15	0,12	0,10
	Коефіцієнт варіації (%)	5,5	4,8	4,2
Степовий	SD (т/га)	0,18	0,14	0,12
	Коефіцієнт варіації (%)	6,3	5,1	4,7

Таким чином, наведена статистика підтверджує більш високу стабільність врожайності сорту Живчик у порівнянні зі Степовим у межах досліджуваних строків збирання. Такі дані є важливими для оптимізації агротехнічних заходів та вибору найбільш адаптованих сортів для умов Правобережного Лісостепу України.

4.4. Вплив строків збирання на ступінь пошкодження насіння сафлору шкідниками

Встановлено чітку тенденцію збільшення рівня пошкодження насіння зі зміщенням строків збирання у пізніший період. На початку пожовтіння рослин відсоток пошкодженого насіння був мінімальним — 4,5% для Живчика і 5,0% для Степового (рис.6).

Експериментально підтверджено, що у фазі піку пожовтіння відсоток збільшується приблизно в 1,5 рази, а до кінця пожовтіння досягає максимальних значень — понад 12% і 13% відповідно. Це свідчить про

посилення активності шкідників із затягуванням строків збирання, що негативно впливає на якість насіннєвого матеріалу (рис. 6).

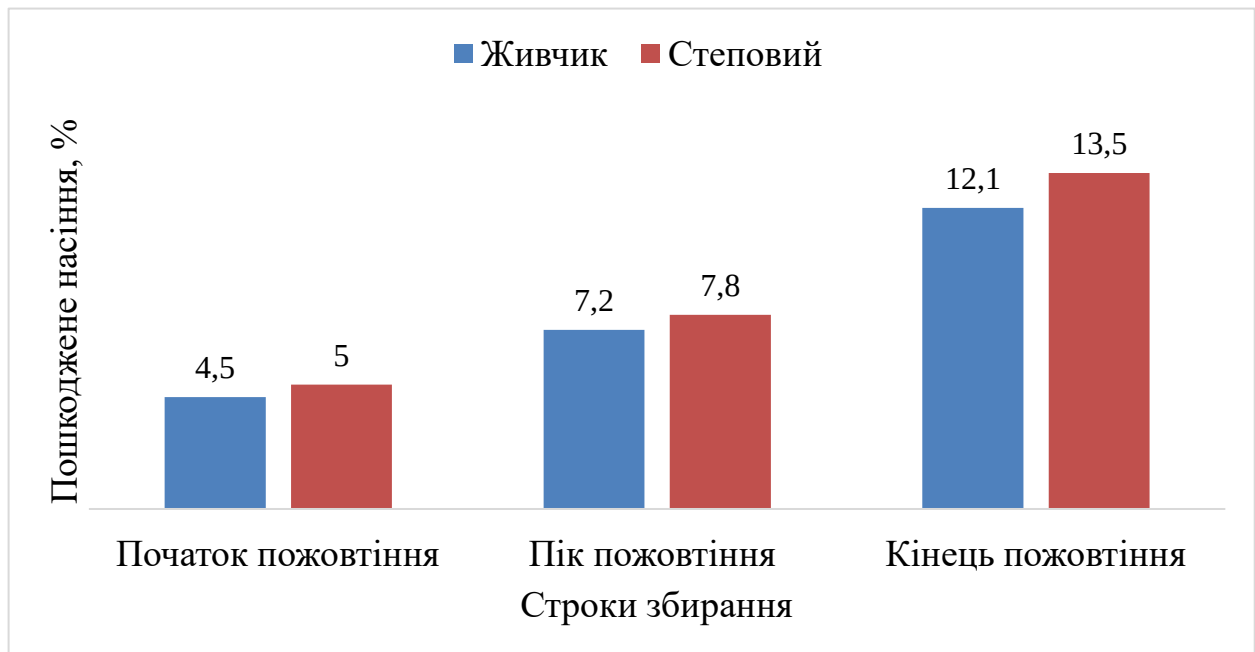


Рис.6. Відсоток пошкодженого насіння сафлору за різних строків збирання, (%)

У проведених дослідженнях ватро вказати що у посівах сафлору переважали лускокрилі шкідники, довгоносик сафлоровий і златка.

Встановлено, що довгоносик сафлоровий (*Ceutorhynchus assimilis*) є найактивнішим шкідником у порівнянні з іншими, його шкода зростає від 15 пошкоджених насінин на 1000 на початку пожаття до 50 — наприкінці пожаття. Його пошкодження були у посівах найбільша частка до 50 %.

Досліджено, що аналогічна тенденція спостерігається і для златки сафлорової (*Meligethes aeneus*) та лускокрилих шкідників, але їх шкода менш виражена.

Найменшу шкоду чинність визначено у златки сафлорової від 5 до 15 % і як у довгоносика найвищий відсоток відмічено у кінці пожаття рослин.

Досліджено, що початок пожаття характеризувався найменшим відсотком пошкодження шкідниками від 5 до 15 %, проміжне значення має пік пожаття – від 9 до 30 % і найвищий відсоток було на кінець пожаття від 15 до 50 % (рис.7).

Дослідження показали, що початкова фаза пожовтіння насіння характеризується мінімальним рівнем пошкодження шкідниками, який коливався від 5 до 15 %. У період піку масового пожовтіння відсоток ураження збільшувався і становив від 9 до 30 %, що свідчить про підвищену активність шкідників під час інтенсивного дозрівання насіння. На завершальному етапі пожовтіння насіння спостерігався максимальний рівень пошкодження — від 15 до 50 %, що можна пояснити збільшенням доступності поживних ресурсів для шкідників та ослабленням природних захисних механізмів рослин.

Загалом, отримані дані свідчать про явну залежність рівня пошкодження шкідниками від стадії дозрівання насіння, що має враховуватися при плануванні строків збирання культури для мінімізації втрат. Також результати підкреслюють необхідність моніторингу шкідників протягом усього періоду дозрівання, особливо у фазі піку масового пожовтіння, для своєчасного застосування захисних заходів (рис.7).

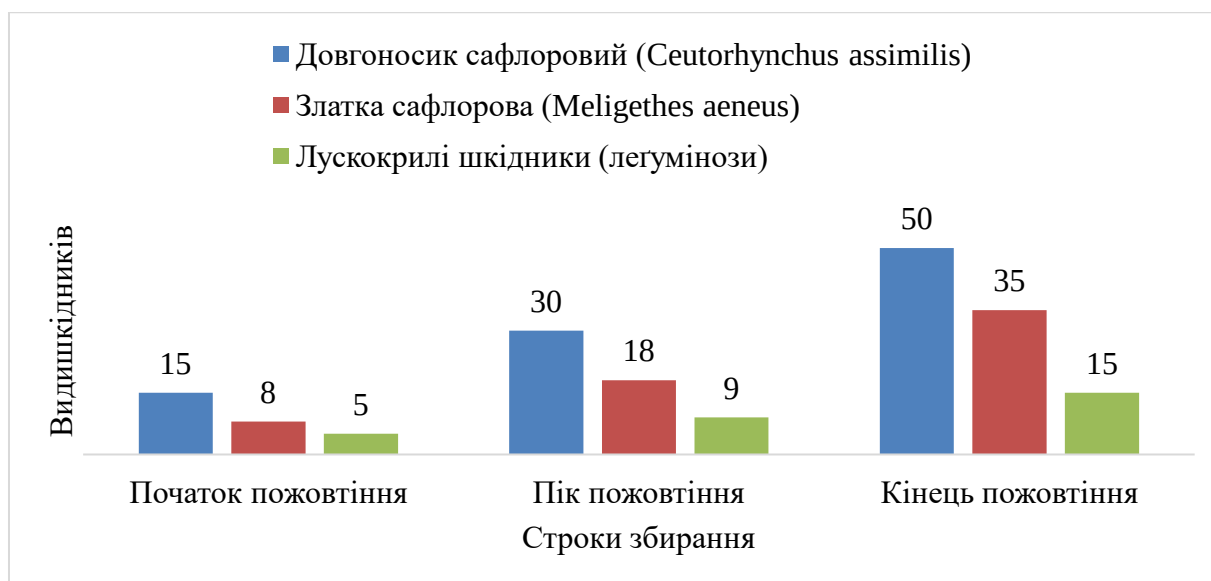


Рис. 7. Основні види шкідників та їх пошкодження насіння сафлору за строками збирання (кількість пошкоджених насінин на 1000 шт.)

Таким чином, пізні строки збирання асоціюються зі значним збільшенням чисельності шкідників та ступеня пошкодження насіння, що обґрунтовує важливість вибору оптимального часу збору врожаю для збереження якості.

Таблиця 3 демонструє вплив строків збирання на пошкодження насіння сафлору шкідниками для сортів Живчик та Степовий. Середній відсоток

пошкодженого насіння становить 8,7 % у сорту Живчик і 9,1 % у сорту Степовий, що свідчить про відносно низький рівень шкодочинності шкідників.

Стандартні відхилення (3,8 % і 4,2 %) показують помірну мінливість даних у межах зразків. Коефіцієнти варіації (43,7 % і 46,2 %) вказують на значну неоднорідність пошкодження серед окремих рослин.

Середня кількість насінин, пошкоджених довгоносом, складає 30 шт./1000 для Живчика та 32 шт./1000 для Степового, із високими стандартними відхиленнями 17 і 18 відповідно.

Коефіцієнти варіації для довгоноса (56,7 % і 56,3 %) свідчать про значну варіабельність ураження серед насіння.

Високі позитивні значення кореляції (+0,98 і +0,97) між відсотком пошкодження та строками збирання свідчать про те, що пізніші строки збирання пов'язані зі збільшенням пошкодження насіння шкідниками (табл. 3).

Таблиця 3

Статистика пошкодження насіння сафлору шкідниками за строками збирання

Показник	Сорт Живчик	Сорт Степовий
Середній відсоток пошкодження насіння (%)	8,7	9,1
Стандартне відхилення (SD) (%)	3,8	4,2
Коефіцієнт варіації (CV, %)	43,7	46,2
Середня кількість пошкоджених насінин довгоносом (шт./1000)	30	32
Стандартне відхилення пошкодження довгоносом	17	18
Коефіцієнт варіації пошкодження довгоносом (CV, %)	56,7	56,3
Кореляція між відсотком пошкодження та строками збирання	+0,98	+0,97

Результати показують, що строки збирання суттєво впливають на пошкодження насіння сафлору шкідниками. Пізніші строки збирання сприяють більшому відсотку ураження насіння та збільшенню кількості насінин, пошкоджених довгоносом.

Таким чином, незважаючи на відносно невисокий середній рівень пошкодження для обох сортів, висока варіабельність серед окремих рослин свідчить про необхідність контролю за строками збирання для мінімізації шкоди шкідників. Ранні строки збирання можуть зменшити втрати врожаю і підвищити якість насіння.

4.5. Особливості формування вмісту олії та білка в насінні сафлору в залежності від досліджуваних факторів

Встановлено, що спостерігається залежність вмісту олії та білка в насінні сафлору від строків збирання та сорту.

Вміст олії у насінні обох сортів Живчик і Степовий досягає максимальних значень у фазі піку пожовтіння, що свідчить про оптимальний період для збирання з метою отримання найвищої олійності.

Варто вказати, що у сорту Живчик вміст олії становить 28,6 %, а у Степового - 27,9 %. На початку пожовтіння олійність нижча, а до кінця пожовтіння спостерігається незначне зниження, що може бути пов'язано з частковим розкладанням або окисленням жирів.

Досліджено, що вміст білка у насінні обох сортів найбільший на початку пожовтіння (18,2 % у Живчика і 17,9 % у Степового), а зі збільшенням ступеня зрілості насіння (піку та кінця пожовтіння) білок поступово знижується. Це пояснюється тим, що в міру дозрівання насіння частина білка може трансформуватися у інші сполуки або зменшується його відносна концентрація через накопичення олії.

Експериментально встановлено, що порівняння сортів демонструє, що сорт Живчик має дещо вищі показники вмісту як олії, так і білка на всіх етапах збирання, що свідчить про його потенціал як більш продуктивного з погляду якісного складу насіння.

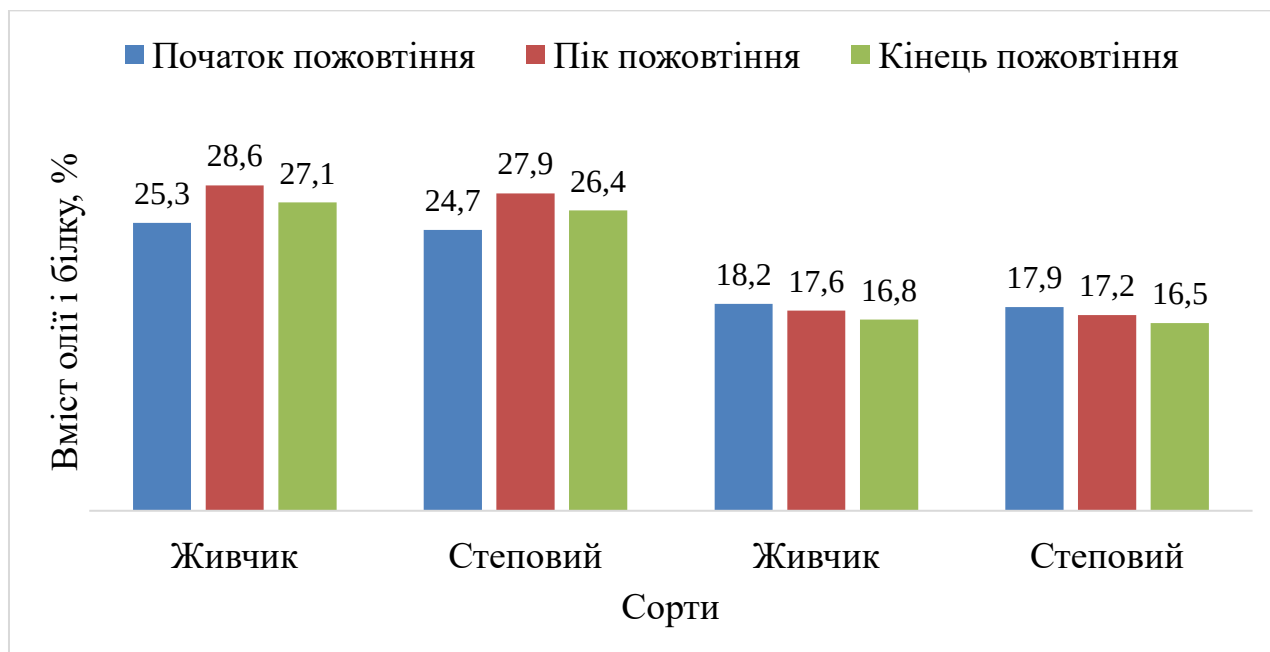


Рис. 8. Вміст олії і білка в насінні сортів сафлору залежно від строків збирання, (%)

Таким чином, вибір оптимального строку збирання для максимального вмісту олії — це фаза піку пожовтіння, тоді як для максимального білкового вмісту краще збирати на початку пожовтіння. Ці дані є важливими для формування рекомендацій щодо технології збирання сафлору з урахуванням цільового використання продукції.

Таблиця 4 зі статистикою відображає основні параметри варіації вмісту олії та білка в насінні сафлору залежно від сорту та строків збирання. Значення середнього показника демонструють узагальнені тенденції, підтверджуючи більш високий вміст олії у сорті Живчик порівняно з Степовим.

Стандартні відхилення є відносно невеликими, що свідчить про стабільність отриманих результатів і низьку варіабельність досліджуваних параметрів.

Коефіцієнти варіації для олійності та білка коливаються в межах 3–7%, що вказує на достатню однорідність насіннєвого матеріалу та контрольованість умов дослідів.

Помірний рівень варіації зумовлений біологічними особливостями рослин і зовнішніми факторами, такими як погодні умови та строк збирання (табл.4).

Статистичні показники вмісту олії та білка в насінні сафлору (середнє, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації)

Показник	Середнє (%)	Стандартне відхилення ($\pm$)	Коефіцієнт варіації (%)
Вміст олії	26,3	1,3	4,9
Вміст білка	17,3	0,6	3,5

Таким чином, статистичний аналіз підтверджує достовірність отриманих даних і їх придатність для формування науково обґрунтованих рекомендацій щодо оптимізації технології вирощування та збирання сафлору.

4.6. Динаміка вологості насіння і масова частка жиру при різних строках збирання сафлору

Масова частка жиру в насінні сафлору (*Carthamus tinctorius* L.) є одним із ключових біохімічних показників, що визначає його цінність як олійної культури. У середньому вміст олії становить 28–35 %, залежно від сорту, агротехнічних прийомів, погодних умов і строків збирання.

Встановлено, що вологість насіння сафлору суттєво змінюється залежно від фази збирання. Найвищі показники вологості спостерігались на початку пожовтіння – 18,5 % у сорту Живчик і 19,1 % у сорту Степовий. У період оптимального збирання (пік пожовтіння) ці значення знижувались до 12,2 % і 12,8 % відповідно, що є технологічно доцільним для зменшення витрат на досушування. Найнижчу вологість насіння зафіксовано в кінці пожовтіння – 9,4 % (Живчик) та 10,0 % (Степовий), однак це вже супроводжується ризиком осипання.

Досліджено, що найвищий рівень жирності зазвичай спостерігається за оптимальних строків збирання — у фазу повної стиглості (70–80 % пожовтіння), коли завершуються процеси ліпогенезу в насінні. Запізнення зі збиранням призводить до поступового зниження жирової фракції внаслідок осипання насіння та часткової втрати олії при перезріванні (рис.9).

Водночас занадто раннє збирання обмежує реалізацію генетичного потенціалу культури щодо синтезу жирів. Сорти також варіюють за вмістом олії: високовмісні форми демонструють стабільно більшу жирність за однакових умов вирощування. Таким чином, поєднання сортової селекції та оптимізації агротехнічних строків є визначальним для підвищення олійності сафлору.

Експериментально підтверджено, що зростання масової частки жмиху зі зміщенням строку збирання в бік пізніших фаз. Якщо на початку пожовтіння жмих становив 38,7–39,5 %, то в період піку пожовтіння – вже 41,3–42,1 %. Найвищі показники (43,8 % для Живчика і 44,5 % для Степового) спостерігалися при збиранні в кінці пожовтіння, що пов'язано зі зниженням вологості насіння та вищим коефіцієнтом вичавлення олії (рис.9).

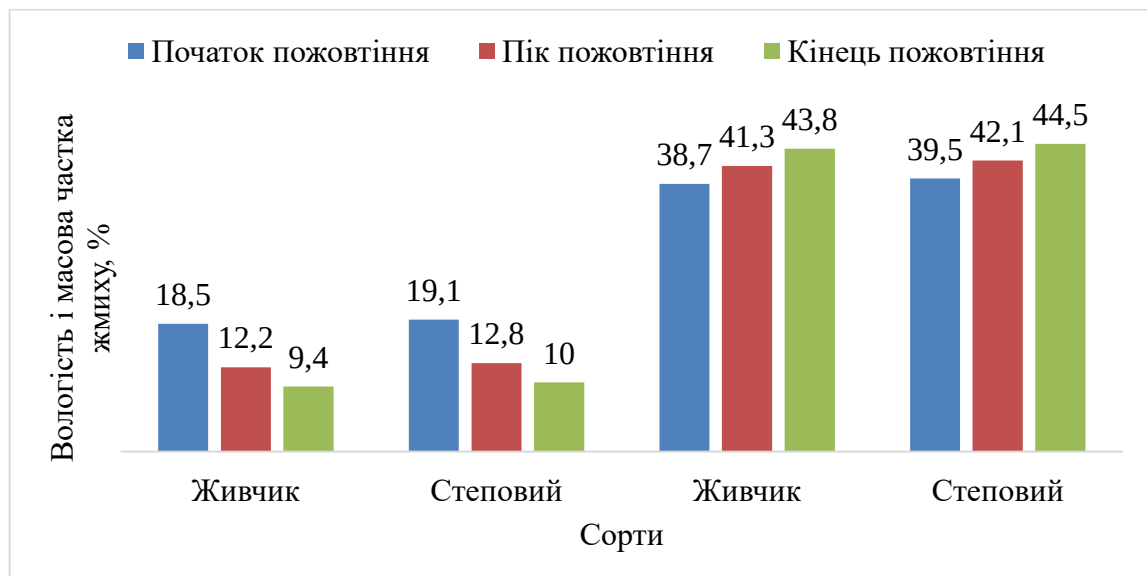


Рис. 9. Вологість насіння і масова частка жмиху при різних строках збирання сафлору, (%)

Статистичний аналіз свідчить про значну варіабельність вологості насіння залежно від строку збирання, що підтверджується високим коефіцієнтом варіації (33,8 %). Це вказує на чутливість показника до агротехнічного чинника. Водночас масова частка жмиху демонструє нижчу мінливість (6,7 %), що вказує на відносну стабільність цього показника в умовах дослідів (табл. 5).

Досліджено, що середнє значення вологості насіння по всіх варіантах становило 13,3 %, а масова частка жмиху – 41,6 %. Така тенденція є типовою

для культур із високим вмістом олії й вказує на важливість вибору оптимального строку збирання для балансу між кількістю олії та якістю насіння (табл. 5).

Таблиця 5

Статистичні показники вологості насіння і масової частки жмиху

Показник	Вологість насіння (%)	Масова частка жмиху (%)
Середнє значення	13,3 ± 4,6	41,6 ± 2,7
Стандартне відхилення	4,5	2,8
Коефіцієнт варіації (%)	33,8	6,7

Дослідження показали, що **вологість**, жирність та вміст жмиху насіння сафлору істотно залежать від фази збирання. Оптимальні строки збору, відповідно до піку пожовтіння, забезпечують максимальну олійність і доцільні для мінімізації витрат на досушування, тоді як запізнення або надто раннє збирання призводить до втрат якості та продуктивності. Таким чином, поєднання правильного вибору сорту та точного визначення строків збирання є ключовим фактором підвищення ефективності виробництва олії сафлору.

4.7. Фізико-механічні властивості насіння (міцність, щільність)

Міцність насіння сортів сафлору зростала зі збільшенням строку збирання, що обумовлено поступовим дозріванням тканин і зниженням вологості. У сорту Живчик значення варіювалися від 18,2 Н на початку пожовтіння до 24,3 Н у кінці пожовтіння, тоді як у сорту Степовий – від 17,4 Н до 23,5 Н відповідно. Найвищу міцність зафіксовано при пізньому збиранні, однак це може супроводжуватись підвищеними втратами через осипання.

Щільність насіння також демонструвала позитивну динаміку з дозріванням: у сорту Живчик вона зросла з 0,65 г/см³ до 0,71 г/см³, у сорту Степовий – з 0,63 г/см³ до 0,69 г/см³. Це свідчить про покращення внутрішньої структури насінини, накопичення сухих речовин та формування повноцінного ендосперму, що важливо для технологічних аспектів переробки (рис.10).

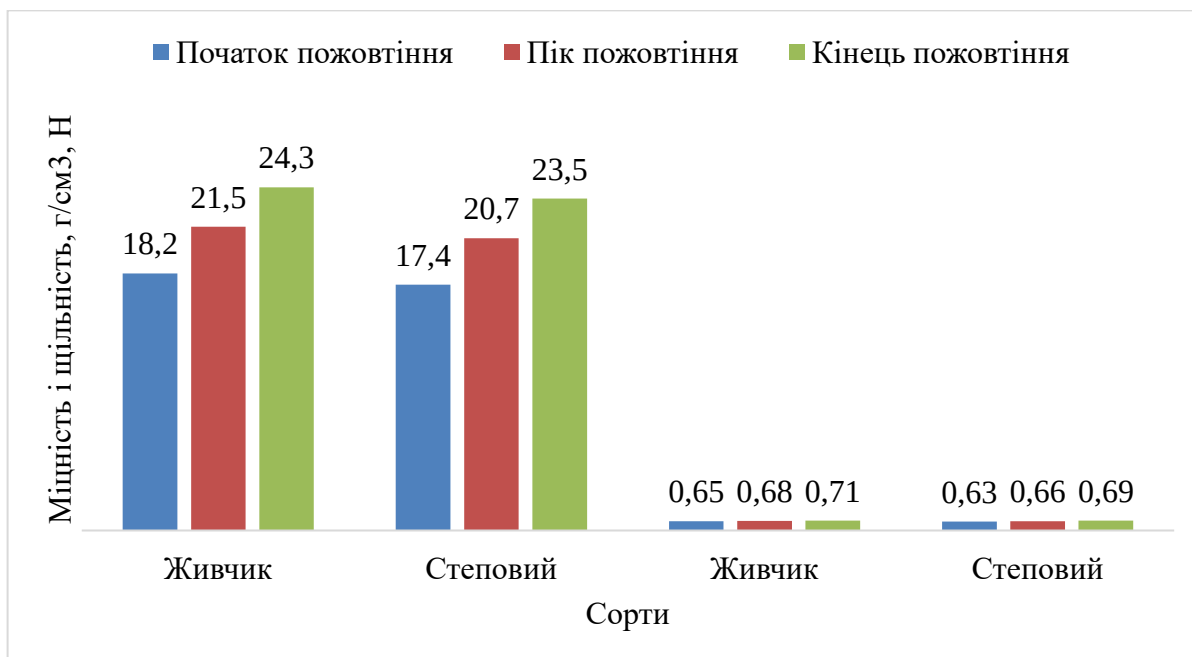


Рис. 10. Міцність і щільність насіння сафлору залежно від сорту та строку збирання, г/см³

Статистичні показники підтверджують відносну стабільність досліджуваних властивостей. Середнє значення міцності склало 20,93 Н при стандартному відхиленні $\pm 2,41$ Н, а щільність – 0,67 г/см³ з відхиленням $\pm 0,03$ г/см³. Коефіцієнт варіації свідчить про помірну варіабельність фізичних параметрів: 11,5 % для міцності та лише 4,5 % для щільності, що вказує на стабільні умови формування насіння (табл. 6).

Таблиця 6

Статистичні показники фізико-механічних властивостей насіння сафлору

Показник	Міцність (Н)	Щільність (г/см³)
Середнє значення	20,93	0,67
Стандартне відхилення	$\pm 2,41$	$\pm 0,03$
Коефіцієнт варіації, %	11,5	4,5

Міцність і щільність насіння сафлору зростають із дозріванням, що відображає покращення внутрішньої структури та накопичення сухих речовин. Оптимальні строки збору забезпечують технологічно придатне насіння, тоді як запізнення підвищує ризик осипання.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННЯ САФЛОРУ

Сафлор (*Carthamus tinctorius* L.) — перспективна олійна культура, яка завдяки високій адаптивності до посушливих умов та значному вмісту цінної олії займає важливе місце в аграрному секторі. Сучасне сільське господарство потребує впровадження інноваційних агротехнологій, які дозволять не лише підвищити продуктивність і якість врожаю, але й забезпечити ефективне використання ресурсів, зокрема енергетичних, а також економічну доцільність виробництва. У цьому контексті особливо актуальною є оцінка комплексних удосконалень технологічних елементів вирощування сафлору, що враховують строки сівби, строки збирання, обробіток ґрунту, норму висіву та систему живлення [53].

Економічна ефективність технології вирощування сафлору визначається через співвідношення валового доходу та виробничих витрат, що включають матеріальні, трудові та енергетичні ресурси. Важливою складовою є рентабельність, яка характеризує прибутковість культури і дозволяє оцінити доцільність застосування конкретних агротехнічних заходів. Аналіз фінансових показників допомагає агровиробникам приймати обґрунтовані рішення щодо оптимізації технологічних процесів з урахуванням мінливих кліматичних умов і ринкових факторів [54].

Енергетична оцінка технології базується на визначенні загальних витрат та надходжень енергії на одиницю площі, що дає змогу виявити енергоефективність агровиробництва. Використання таких показників, як енергетичний коефіцієнт, дає змогу визначити співвідношення отриманої енергії в продукції до енергії, витраченої на її виробництво. Підвищення енергоефективності сприяє зменшенню витрат паливно-мастильних матеріалів, електроенергії та інших ресурсів, що в результаті підвищує екологічну стійкість виробництва.

Удосконалення технології вирощування сафлору передбачає адаптацію строків сівби та збирання до конкретних агрокліматичних умов, що забезпечує максимальний урожай та якість насіння. Оптимізація норм висіву та мінерального живлення сприяє раціональному використанню добрив, зменшенню витрат і підвищенню енергетичної віддачі культури. Важливим напрямком є також застосування сучасних засобів механізації, які забезпечують своєчасність та якість агротехнічних операцій при мінімальних витратах [55].

Таким чином, комплексна економічна та енергетична оцінка удосконаленої технології вирощування сафлору дає змогу сформулювати науково обґрунтовані рекомендації щодо оптимізації виробничих процесів. Це сприятиме підвищенню конкурентоспроможності культури, зниженню виробничих ризиків і збільшенню прибутковості аграрних підприємств. Крім того, підвищення енергоефективності відповідає сучасним вимогам сталого розвитку сільського господарства, що є особливо актуальним у контексті глобальних екологічних викликів.

Враховуючи викладене, дослідження з економічної та енергетичної оцінки удосконаленої технології вирощування сафлору є актуальним науковим напрямком, який дозволяє підвищити ефективність агровиробництва та забезпечити стабільність виробництва високоякісної олійної сировини для харчової та переробної промисловості.

У представлених даних таблиці 7 простежується чітка залежність економічної ефективності вирощування сортів сафлору Живчик та Степовий від строків збирання. Найвищі показники вартості продукції, чистого прибутку та рівня рентабельності спостерігаються у фазі піку пожовтіння для обох сортів, що свідчить про оптимальний час збирання з точки зору продуктивності та прибутковості.

Ціна продукції: 15 300 грн/т насіння, а виробничі витрати (незмінні для всіх варіантів): 30 000 грн/га (табл. 7).

Встановлено, що сорт Живчик демонструє максимальну вартість продукції 62 730 грн/га та чистий прибуток 32 730 грн/га, що відповідає

рентабельності понад 109%. Сорт Степовий має дещо нижчі показники, але також досягає високої економічної ефективності з рентабельністю близько 94%.

Початок пожовтіння характеризується помірними значеннями врожаю та прибутку, тоді як кінець пожовтіння супроводжується зниженням урожайності та економічних показників, що свідчить про втрати якості та кількості продукції через осипання насіння та підвищення його пошкодженості (табл. 7).

Таблиця 7

Економічна ефективність врожайності насіння сортів сафлору, грн./га

Строк збирання	Сорт	Урожайність (т/га)	Вартість продукції, грн.	Виробничі витрати, грн.	Чистий прибуток, грн.	Рівень рентабельності (%)
Початок пожовтіння	Живчик	3,5	53 550	30 000	23 550	78,5
	Степовий	3,2	48 960	30 000	18 960	63,2
Пік пожовтіння	Живчик	4,1	62 730	30 000	32 730	109,1
	Степовий	3,8	58 140	30 000	28 140	93,8
Кінець пожовтіння	Живчик	3,0	45 900	30 000	15 900	53
	Степовий	2,7	41 310	30 000	11 310	37,7

Отже, для максимізації економічної віддачі від вирощування сафлору в умовах досліджуваного регіону рекомендовано проводити збір у фазі піку пожовтіння, особливо сорту Живчик, що має кращі агроекономічні показники порівняно з Степовим.

Енергетична ефективність дозволяє оптимізувати використання енергоресурсів у сільському господарстві, знижуючи виробничі витрати та мінімізуючи негативний вплив на навколишнє середовище. Вона забезпечує баланс між витратами енергії на вирощування культури і кількістю енергії, отриманої з продукції, що сприяє сталому розвитку агровиробництва. Підвищення енергетичної ефективності є ключовим фактором для економічної доцільності і екологічної безпеки агротехнологій.

Дані свідчать, що найбільший прихід енергії на гектар спостерігається у фазу піку пожовтіння для обох сортів: 102,5 тис. МДж/га у сорту Живчик та 95 тис. МДж/га у Степового. Це обумовлено максимальною врожайністю у цей період (4,1 та 3,8 т/га відповідно). Витрати енергії на вирощування умовно прийняті сталими та становлять 50 тис. МДж/га для всіх варіантів.

Приріст валової енергії, що характеризує різницю між енергетичним надходженням і витратами, найвищий також у фазі піку пожовтіння (52,5 тис. МДж/га у Живчика та 45 тис. МДж/га у Степового), що свідчить про найбільшу ефективність енергетичних витрат у цей період.

Енергетичний коефіцієнт (K_{ee}), який показує відношення отриманої енергії до витраченої, найкращий у фазі піку пожовтіння — 2,05 у Живчика та 1,9 у Степового, що означає, що на кожен одиничний витрачений енергетичний ресурс припадає понад дві одиниці енергії продукції у першого сорту та майже дві у другого (табл. 8).

Таблиця 8

Ефективність врожайності насіння сортів сафлору

Строк збирання	Сорт	Урожайність (т/га)	Прихід енергії (тис. МДж/га)	Витрати енергії (тис. МДж/га)	Приріст валової енергії (тис. МДж/га)	Коефіцієнт енергетичний (K_{ee})
Початок пожовтіння	Живчик	3,5	87,5	50	37,5	1,75
Початок пожовтіння	Степовий	3,2	80	50	30	1,6
Пік пожовтіння	Живчик	4,1	102,5	50	52,5	2,05
Пік пожовтіння	Степовий	3,8	95	50	45	1,9
Кінець пожовтіння	Живчик	3,0	75	50	25	1,5
Кінець пожовтіння	Степовий	2,7	67,5	50	17,5	1,35

Фаза початку пожовтіння демонструє помірні показники: прихід енергії 87,5 і 80 тис. МДж/га для Живчика і Степового відповідно, з енергетичним коефіцієнтом 1,75 та 1,6, що також свідчить про ефективність виробництва.

Найнижчі показники енергетичної віддачі зафіксовані у фазі кінця пожовтіння, коли врожайність знижується, а енергетичний коефіцієнт падає до 1,5 для Живчика та 1,35 для Степового, що вказує на зростання енергетичних втрат через осипання насіння та зниження якості (табл. 8).

Таким чином, аналіз демонструє, що оптимальний період збирання для забезпечення максимальної енергетичної віддачі і прибутковості — це фаза піку пожовтіння, а сорт Живчик має вищу енергетичну ефективність порівняно зі Степовим при усіх строках збирання.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ УДОСКОНАЛЕННІЙ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ ВИРОЩУВАННЯ САФЛОРУ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

6.1. Моделювання виробничих небезпек при удосконаленій технології та її елементів вирощування сафлору в Правобережному Лісостепу України

Сафлор (*Carthamus tinctorius L.*) як посухостійка олійна культура має значний аграрно-економічний потенціал у Правобережному Лісостепу України. Водночас його виробництво супроводжується комплексом виробничих небезпек, що можуть суттєво впливати на урожайність і якість продукції. Удосконалення технології вирощування сафлору потребує комплексного аналізу та моделювання потенційних виробничих ризиків для ефективного управління агропроцесом.

Виробничі небезпеки у процесі вирощування сафлору поділяють на екологічні, технічні, агротехнічні та економічні. Екологічні небезпеки включають коливання кліматичних факторів — посухи, температурні стреси, опади, що впливають на розвиток культури. Технічні небезпеки пов'язані з несправністю машин та обладнання, а також недотриманням технологічних регламентів.

Агротехнічні небезпеки виникають через порушення агротехнологічних норм — неправильні строки сівби, надмірне або недостатнє удобрення, несприятливі строки збирання. Економічні небезпеки пов'язані з коливанням цін на продукцію та ресурси.

Моделювання виробничих небезпек базується на ідентифікації, кількісній оцінці та прогнозуванні впливу різних факторів на продуктивність вирощування. Основні етапи моделювання включають збір вихідної інформації, вибір математичних моделей, аналіз статистичних даних та розробку рекомендацій для мінімізації ризиків [56].

Для розрахунку виробничих небезпек широко використовують методи ризик-аналізу, які передбачають визначення ймовірності настання небажаних подій і їх потенційних наслідків. Основними індикаторами є:

Індекс ризику (R): характеризує ступінь небезпеки за формулою

$$R = P \times LR = P \times L$$

де P — ймовірність виникнення події, L — рівень потенційних втрат (матеріальних, трудових, часових) [57].

Ймовірність успішного завершення операції (P_s): оцінюється за допомогою статистичних даних про технологічні параметри і умови виконання.

Експертні оцінки: залучення агрономів, інженерів та інших фахівців для визначення пріоритетності та тяжкості небезпек.

Виробничі небезпеки під час сівби включають:

- Невідповідність строків сівби оптимальним агрокліматичним умовам, що призводить до зниження схожості та посівної якості.
- Недотримання глибини загортання насіння, що спричиняє нерівномірні сходи і втрати через загибель насіння.
- Використання насіння з низькою енергією проростання.
- Технічні несправності сівалок, що призводять до нерівномірного висіву та пошкодження насіння.

Недостатній контроль за фітосанітарним станом поля.

Під час збирання урожаю виробничі небезпеки пов'язані з:

- Несвоєчасним або запізним збиранням, що призводить до осипання насіння, зниження якості і втрат урожаю.
- Неправильним налаштуванням комбайнового обладнання, що спричиняє механічні пошкодження насіння.
- Високим вмістом вологи в насінні при збиранні, що погіршує умови зберігання та збільшує ризик псування.
- Погодні умови під час збирання, зокрема опади, що ускладнюють технологічний процес і сприяють загниванню продукції.
- Відсутністю належної організації зберігання і транспортування після збирання.

Для мінімізації виробничих небезпек під час удосконаленої технології вирощування сафлору застосовують комплекс заходів, які регламентуються національними та міжнародними стандартами і нормативними документами. До основних нормативних документів належать:

- ДСТУ 4138-2002 — «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості»;
- ДСТУ ISO 9001:2015 — система менеджменту якості в агропромисловому комплексі;
- Державні агротехнічні рекомендації щодо вирощування олійних культур, що визначають оптимальні строки сівби, норми висіву, сівозміни та заходи захисту рослин;
- Правила безпеки праці при роботі з сільськогосподарською технікою;
- Норми та інструкції щодо збирання і зберігання насіння, що включають вимоги до вологості, температури, та захисту від шкідників [58].

Моделювання виробничих небезпек також включає розробку сценаріїв «що якщо», що дозволяє оцінити вплив різних факторів на кінцевий результат. Наприклад, імітаційні моделі можуть враховувати зміну строків сівби, вплив посухи, використання різних сортів, а також можливі втрати під час збирання.

Сучасні інформаційні технології, зокрема геоінформаційні системи (ГІС), дистанційне зондування та моделі прогнозування погоди, активно застосовуються для оперативного моніторингу агроекологічної ситуації і прийняття управлінських рішень. Це дозволяє зменшувати виробничі ризики і підвищувати стабільність виробництва сафлору.

Удосконалення технології вирощування сафлору в Правобережному Лісостепу України має враховувати ці аспекти для забезпечення високої ефективності, зниження втрат і отримання якісного врожаю. Комплексне моделювання і прогнозування виробничих небезпек є ключовим інструментом для досягнення цієї мети.

6.2. Охорона навколишнього і природного середовища при удосконаленій технології та її елементів вирощування сафлору в Правобережному Лісостепу України

В умовах сучасного аграрного виробництва особливого значення набуває охорона навколишнього середовища, зокрема при впровадженні удосконалених технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Сафлор (*Carthamus tinctorius L.*), як перспективна олійна культура Правобережного Лісостепу України, потребує збалансованого підходу до агротехніки, що враховує збереження природних ресурсів і екологічну безпеку.

Удосконалена технологія вирощування сафлору передбачає комплекс агротехнічних заходів, спрямованих не лише на підвищення врожайності, але й на мінімізацію негативного впливу на ґрунти, водні ресурси, біорізноманіття та атмосферу. Основні компоненти технології включають оптимізацію строків сівби, застосування сучасних систем удобрення, інтегрованого захисту рослин, а також відповідальне використання техніки [59].

Однією з ключових складових охорони навколишнього середовища є збереження ґрунтового покриву. Внесення добрив за удосконаленою технологією базується на результатах ґрунтового аналізу, що дозволяє уникнути надлишкового внесення азоту та фосфору, які можуть спричинити забруднення водних об'єктів нітратами та фосфатами. Застосування органічних добрив і біопрепаратів сприяє підвищенню біологічної активності ґрунту та його структури, знижуючи ерозійні процеси.

Захист рослин у рамках інтегрованої системи включає використання фунгіцидів, інсектицидів і гербіцидів із дотриманням регламентів застосування, норм дозування та строків очікування. Це зменшує ризик накопичення пестицидів у навколишньому середовищі, зокрема в ґрунті та воді, а також попереджає резистентність шкідників і хвороб. Використання біологічних методів контролю, таких як ентомофаги і біопрепарати, знижує хімічне навантаження [60].

Водозбереження — ще один важливий аспект охорони природного середовища. В удосконаленій технології передбачено застосування мінімального обробітку ґрунту або нульового обробітку, що сприяє збереженню вологи і зменшенню випаровування. Рівномірне розподілення поливів (якщо застосовуються) забезпечує раціональне використання водних ресурсів і запобігає заболочуванню.

Впровадження елементів точного землеробства дозволяє моніторити стан ґрунту і рослин у режимі реального часу, що сприяє ефективному управлінню ресурсами та зменшенню екологічного навантаження. Використання GPS-технологій та дистанційного зондування дозволяє оптимізувати внесення добрив і засобів захисту [61].

Загрози природному середовищу при вирощуванні сафлору можуть виникати через непередбачене застосування агрохімікатів, ерозію ґрунту, забруднення поверхневих і підземних вод, втрату біорізноманіття, а також підвищення викидів парникових газів. Ерозія є особливо актуальною в Лісостеповій зоні через схильність ґрунтів до змиву і вітрової ерозії, що може призвести до деградації продуктивних земель.

Накопичення пестицидів у довкіллі викликає негативні наслідки для нецільових організмів, у тому числі корисних комах, птахів і мікроорганізмів, що знижує екологічну стійкість агроєкосистеми. Порушення водного балансу та забруднення водних об'єктів спричиняє погіршення якості питної води і здоров'я населення [62].

Для мінімізації ризиків екологічної шкоди застосовують комплекс заходів, регламентованих нормативними документами України, зокрема:

- Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»;
- Закон України «Про захист рослин»;
- Державні санітарні правила і норми щодо використання пестицидів і агрохімікатів;
- Нормативи допустимого внесення добрив і пестицидів;
- Регламенти безпечного проведення агротехнічних робіт.

впливу на клімат у порівнянні з інтенсивними культурами, що потребують Впровадження принципів сталого землеробства при вирощуванні сафлору передбачає дотримання сівозмін, що дозволяє зберігати родючість ґрунтів і знижувати інтенсивність шкідників. Ротація культур сприяє покращенню структури ґрунту і підвищенню його біологічної активності.

Важливим елементом екологічної безпеки є контролювання рівня викидів парникових газів у процесі агровиробництва. Вирощування сафлору, як культури, що може ефективно використовувати посухостійкі властивості, сприяє зниженню негативного значних ресурсів [63].

Забезпечення екологічної безпеки під час збирання урожаю сафлору включає дотримання регламентів по зниженню пиловиділення, уникнення забруднення ґрунту паливними матеріалами, а також своєчасне і правильне використання техніки, що зменшує механічне ущільнення ґрунту [64].

Удосконалена технологія вирощування сафлору в Правобережному Лісостепу України, що базується на екологічно збалансованих методах, дозволяє забезпечити збереження природних ресурсів, зниження забруднення і підтримання продуктивності агроєкосистем. Водночас, постійний моніторинг екологічних параметрів і навчання аграріїв є необхідними для своєчасного виявлення і попередження екологічних ризиків.

ВИСНОВКИ

У даній роботі здійснено теоретичне узагальнення та запропоновано нові підходи до вирішення наукової проблеми, яка полягає у вивченні закономірностей росту та розвитку рослин сафлору, а також їх продуктивності залежно від строків збирання в умовах Правобережного Лісостепу України.

1. Досліджено, що у фазу початку пожовтіння (30–40 % пожовклих рослин) сорти характеризуються недостатнім рівнем фізіологічної зрілості. Сорт Живчик мав тривалість вегетації 110 днів та збереженість рослин 94 %, тоді як у Степового ці показники становили 108 днів і 92 % відповідно.

2. Встановлено, що на початку пожовтіння густина зберігалася на рівні 148 тис./га у сорту Живчик і 140 тис./га у сорту Степовий, що свідчить про добру первинну польову стійкість обох сортів.

3. Найбільшу кількість кошиків формують рослини обох сортів при збиранні у фазу піку пожовтіння (70–80 % пожовклих рослин), що є оптимальним строком.

4. Маса 1000 насінин вказує, що найбільші значення були при збиранні в оптимальний період — 38,6 г у сорту Живчик та 36,9 г у Степового. При дуже ранньому збиранні показники були нижчими (35,2 і 33,8 г) відповідно.

5. Встановлено, що урожайність насіння сортів сафлору Живчик і Степовий максимальна в період піку пожовтіння, коли 70–80 % рослин мають ознаки дозрівання. Сорт Живчик перевищує Степовий за врожайністю у всі періоди в оптимальний строк збирання показник становить 4,1 т/га проти 3,8 т/га відповідно.

6. Найнижчі значення виходу біомаси фіксувалися при пізньому збиранні (90–100 % пожовтіння) : – 7,8 т/га (Живчик)– 7,5 т/га (Степовий). На цьому етапі рослини втрачають значну частину маси через висихання та можливе осипання частини органів.

7. Встановлено чітку тенденцію збільшення рівня пошкодження насіння зі зміщенням строків збирання у пізніший період. На початку пожовтіння рослин

відсоток пошкодженого насіння був мінімальним — 4,5% для Живчика і 5,0% для Степового.

8. Вміст олії у насінні обох сортів досягає максимальних значень у фазі піку пожовтіння, що свідчить про оптимальний період для збирання з метою отримання найвищої олійності.

9. У сорту Живчик вміст олії становить 28,6 %, а у Степового - 27,9 %. На початку пожовтіння олійність нижча, а до кінця пожовтіння спостерігається зниження.

9. Досліджено, що вміст білка у насінні обох сортів найбільший на початку пожовтіння (18,2 % у Живчика і 17,9 % у Степового), а зі збільшенням ступеня зрілості насіння (піку та кінця пожовтіння) білок знижується.

10. Встановлено, що вологість насіння сафлору суттєво змінюється залежно від фази збирання. Найвищі показники вологості на початку пожовтіння – 18,5 % у сорту Живчик і 19,1 % у сорту Степовий.

11. Експериментально підтверджено, що зростання масової частки жмиху зі зміщенням строку збирання в бік пізніших фаз. Якщо на початку пожовтіння жмих становив 38,7–39,5 %, то в період піку пожовтіння – вже 41,3–42,1 %. Найвищі показники (43,8 % для Живчика і 44,5 % для Степового) спостерігалися при збиранні в кінці пожовтіння.

12. Міцність насіння сортів сафлору зростала зі збільшенням строку збирання у сорту Живчик значення варіювалися від 18,2 Н на початку пожовтіння до 24,3 Н у кінці пожовтіння, а у сорту Степовий – від 17,4 Н до 23,5 Н.

13. Щільність насіння вказує, що у сорту Живчик вона зростає з 0,65 г/см³ до 0,71 г/см³, у сорту Степовий – з 0,63 г/см³ до 0,69 г/см³.

14. Встановлено, що сорт Живчик демонструє максимальну вартість продукції 62 730 грн/га та чистий прибуток 32 730 грн/га, що відповідає рентабельності понад 109%. Сорт Степовий має дещо нижчі показники, але також досягає високої економічної ефективності з рентабельністю близько 94%.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для умов Правобережного Лісостепу рекомендується вирощувати сорти сафлору Живчик і Степовий із строками збирання у фазі піку пожовтіння, що забезпечує максимальну урожайність насіння 4,1 т/га у Живчика та 3,8 т/га у Степового, із відповідною рентабельністю на рівні 109,1 % та 93,0 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Васильковська, К. В., О. О. Андрієнко, and В. О. Малаховська. "Динаміка виробництва олійних культур в Україні та аналіз експорту олії." *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Вип 98 (2021): 166-177.
2. Гаврилюк М.М. Насінництво і насіннєзнавство олійних культур. Київ : Аграрна наука, 2002. 220 с.
3. Кобута І. В. Аграрні аспекти створення зони вільної торгівлі між Україною та ЄС. Актуальні проблеми економіки. 2010. № 4. С. 31-38. 3
4. Ferrini, F. (2003). Horticultural therapy and its effect on people's health. *Advances in Horticultural Sciences*, 17 (2), 77–87
5. International Trade Centre, UNCTAD/WTO. Product and Market Development — World Markets in the Spice Trade 2012–2016. (2016). Geneva, Switzerland, ITC
6. Esfahani A. A. K., Mirdamadi S. M., Hosseini S. J. F., Lashgarara F. Overseas cultivation: the complimentary approach for developing food security. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2019. №25(1). P. 26–35.
7. Рудік, Н. М., and О. Л. Рудік. "Особливості розміщення олійних культур в Україні." *Сучасний рух науки: тези доп. IX міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 2-3 грудня 2019 р.–Дніпро, 2019.–Т. 3.–715 с.* (2019): 183.
8. Рудік, О. Л., and Л. І. Онуфран. "Ресурсоощадні технології вирощування льону олійного в системі адаптації до кліматичних змін зони недостатнього зволоження. Chapter 11. *Publishing House "Baltija Publishing"*, 2021." doi 10 (2021): 978-9934.
9. Sultana C. Lin graine un developpement qui tarde. *Cultivar* 2000. 1987. P. 46–48.
10. Barrera A. New realities, new paradigms: the new agricultural revolution. *Comuniica Magazine. Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture*. 2011. P. 1–13.

11. Васильковська К. В., Малаховська В. О. Аналіз експортного потенціалу зернових в Україні. *Центральноукраїнський науковий вісник. Економічні науки*, 2019. Вип. 3(36). С. 313–320.
12. Ventrella, D., Giglio, L., Moriondo, M., & Bindi, M. (2007). Soil water balance of a winter crop cultivated in southern Italy as influenced by future climate. Proc. I Congr. Farming System Design 2007 — Farmregional scale design and improvement, *Catania*, Sept. 10–12, 185–186
13. Кернасюк Ю. Олійні культури: тенденції на ринку. *Агробізнес сьогодні*. [Електронний ресурс]. URL: <http://agrobusiness.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/15275-oliini-kultury-tendentsii-narynku.html>
14. Benfadel, N., Mkaddem, M., & Boussaid, M. (2006). Allozyme and essential oil variation within and among natural Tunisian *Mentha pulegium* L. (Lamiaceae) populations. *Acta Horticulturae*, 723, 117–125
15. Thomas, L.V., & Dorko, C. (2006). Natural antioxidant and antimicrobial solutions used in food. *Acta Horticulturae*, 709, 15–21
16. Наконечна К. В., Якубовська Я. В. Експорт сільськогосподарської продукції України в умовах функціонування зони вільної торгівлі з ЄС. *Ефективна економіка*. 2018. №12. [Електронний ресурс]. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6767>.
17. Чайка, Т. О., and І. В. Короткова. "Вплив технології вирощування на продуктивність і врожайність льону олійного." *doi* 10 (2024): 2310-9270.
18. Тонюк М. О., Концеба С. М. Шляхи підвищення економічної ефективності виробництва насіння олійних культур у регіоні. *Економіка АПК*. 2015. № 3. С. 28–33.
19. Клименко І. В. та ін. Україна в інтеграційних процесах на пострадянському просторі: моделювання альтернатив: аналітична доповідь. Національний інститут стратегічних досліджень. К., 2013. 104 с.
20. Carrubba, A., la Torre, R., Di Prima, A., Saiano, F., & Alonzo, G. (2002). Statistical analyses on essential oil of Italian Coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruits of different ages and origin. *J. Essential Oil Res.*, 14, 389–396

21. Точилін В. О., Осташко Т. О., Лапко О. О., Венгер В. В., ВолощенкоХолда Л. Ю. Ринки реального сектора економіки України в інституціональному середовищі СОТ: кон'юнктура та інтеграція: С.44.
22. Olesen, J.E., & Bindi, M. (2002). Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *Eur. J. Agron.*, 16, 239–262
23. Altieri, M.A. (2004). Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Frontiers in Ecol. Environ.*, 2 (1), 35–42
24. Андрієнко А. Л., Андрієнко О. О. Соняшник: Україна і світ. *Агрономія сьогодні. Соняшник*. 2020. №1(16) С. 7–13.
25. Prohens, J., Rodríguez-Burruezo, A., & Nuez, F. (2003). New crops: an alternative for the development of horticulture. *Food, Agric. Environ.*, 1 (1), 75–79
26. Thomas, C.D., Cameron, A., Green, R.E. et al. (2004). Extinction risk from climate change. *Nature*, 427 (6970), 145–148
27. Співак І. Світовий ринок соняшникової олії та місце України. *Експертна платформа*. [Електронний ресурс]. URL: <https://prompolit.info/2019/05/28/svitovij-rinok-sonyashnikovoyi-oliyi-ta-mistseukrayini/>
28. Юркевич Є.О. Коваленко Н.П. Вдосконалення технологій вирощування олійних культур у сівозмінах в умовах південного Степу. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН*. Запоріжжя, 2009. № 14. С. 248–254.
29. Duran Zuazo, V.H., Francia Martínez, J.R., & Martinez Raya, A. (2004). Impact of vegetative cover on runoff and soil erosion at hillslope scale in Lanjaron, Spain. *The Environmentalist*, 24, 39–48
30. Andriienko O., Vasylovskaya K., Andriienko A., Vasylovskyi O., Mostipan M., Salo L. Response of sunflower hybrids to crop density in the steppe of Ukraine. *HELIA*. 2020. Vol. 43. № 72. P. 99–111.
31. Лівандовський А. Загинайло М. Соняшник 2016: огляд новинок. *Пропозиція*. 2016. № 3. С. 56–60.
32. Deidda, P., & Mulas, M. (2004). La coltivazione e la valenza polifunzionale delle piante mediterranee. *Italus Hortus*, 11 (4), 31–36

33. Кириленко І. Г., Івченко В. Є., Дем'янчук В. В. Продовольча безпека України в світлі сучасних тенденцій світової економіки. *Економіка АПК*. 2017. №8. С. 5–14.
34. Devecchi, M. (2006). The use of Labiatae of ornamental interest in the design of parks and gardens. *Acta Horticulturae*, 723, 51–57
35. Державна служба статистики України. [Електронний ресурс]. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>. ТОП-10 країн-виробників високоолеїнового соняшника. Журнал Landlord. [Електронний ресурс]. URL: <https://landlord.ua/news/top-10-vyrobnykivvysokooleinovoho-soniashnyka/>. 174
36. Івашків І.М. Формування ринку олії та шроту соняшникового в Україні в умовах експортоорієнтованості галузі. *Сталий розвиток економіки*. 2014. № 3. С. 175–181.
37. Рудік Н. М., Рудік О. Л. Особливості розміщення олійних культур в Україні. *Сучасний рух науки: тези доп. IX міжнародної науково-практичної інтернет-конференції*, 2-3 грудня 2019 р. Дніпро, 2019. Т. 3. С. 183.
38. Savina S. Management of competitiveness of products of processing enterprises. *International independent scientific journal*, 2020. № 18. Vol. 2. P. 22–28.
39. Pryvedeniuk, N., Hlushchenko, L., Kutsyk, T., Shatkovskyi, A., Shatkovska, K., & Shevchenko, T. (2023). Influence of mineral fertilizers and planting density on the growth, development and yield of narrowleaved lavender (*Lavandula angustifolia* Mill). *Agriculture and Forestry*, 69 (2), 165–180
40. Калетнік, Г. М., О. В. Климчук, and В. А. Мазур. "Перспективність та ефективність виробництва біодизельного палива в Україні з олійних культур." *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики: зб. наук. пр. ВНАУ.-2019.-№ 5.-С. 7-17*. (2019).
41. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Київ: Держспоживстандарт України, 2002.
42. ДСТУ ISO 9001:2015. Система менеджменту якості. Вимоги. Київ: Держспоживстандарт України, 2015.

43. ДСТУ 4288-2004. Насіння сільськогосподарських культур. Терміни та визначення. Київ: Держспоживстандарт України, 2004.
44. ДСТУ 3961-2000. Рослини сільськогосподарські. Методи визначення вмісту вологи. Київ: Держспоживстандарт України, 2000.
45. ДСТУ 4495-2005. Пестициди і агрохімікати. Методи контролю залишкових кількостей. Київ: Держспоживстандарт України, 2005.
46. Наказ Міністерства аграрної політики України № 45 від 20.02.2010. Методика визначення польової схожості насіння. Київ, 2010.
47. Методичні рекомендації з агротехніки вирощування олійних культур. Київ: Міністерство аграрної політики України, 2015.
48. ДСТУ 4555-2006. Визначення вмісту олії в насінні олійних культур. Київ: Держспоживстандарт України, 2006.
49. ДСТУ 3582-97. Методи випробування посівних якостей насіння. Київ: Держспоживстандарт України, 1997.
50. ДСТУ 4220-2003. Методи оцінки якості і стану ґрунтів. Київ: Держспоживстандарт України, 2003.
51. Наказ Міністерства соціальної політики України № 89 від 15.04.2013. Правила безпеки праці при виконанні агротехнічних робіт. Київ, 2013.
52. Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 220 від 17.05.2004. Державні санітарні правила і норми щодо використання пестицидів і агрохімікатів. Київ, 2004.
53. Калетнік, Г. М., О. В. Климчук, and В. А. Мазур. "Перспективність та ефективність виробництва біодизельного палива в Україні з олійних культур." *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики: зб. наук. пр. ВНАУ.-2019.-№ 5.-С. 7-17.* (2019).
54. Кукель, Г. С., У. П. Братчук, and Л. Б. Штефан. "Підвищення конкурентоздатності аграрного виробництва в умовах глобалізації." *Економіка і організація управління. № 4: 198–208.* (2021).

55. Степасюк, Людмила, and Максим Степасюк. "Диверсифікація агробізнесу через поширення практики вирощування нішевих олійних культур." *Економіка та суспільство* 67 (2024).
56. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Київ: Держспоживстандарт України, 2002.
57. ДСТУ ISO 9001:2015. Система менеджменту якості. Вимоги. Київ: Держстандарт України, 2015.
58. Державні агротехнічні рекомендації щодо вирощування олійних культур: оптимальні строки сівби, норми висіву, сівозміни та заходи захисту рослин. Київ: Міністерство аграрної політики України, 2020. С. 45.
59. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». (1991). Відомості Верховної Ради України, № 39, ст. 438.
60. Закон України «Про захист рослин». (2017). Відомості Верховної Ради України, № 42, ст. 397.
61. Державні санітарні правила і норми щодо використання пестицидів і агрохімікатів. (2004). Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 220.
62. Державні санітарні правила і норми щодо використання пестицидів і агрохімікатів. (2004). Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 220 від 17.05.2004. Київ.
63. Нормативи допустимого внесення добрив і пестицидів у сільському господарстві України. (2010). Науково-методичні рекомендації. Київ: Національна академія аграрних наук України.
64. Регламенти безпечного проведення агротехнічних робіт. (2015). Методичні рекомендації Міністерства аграрної політики та продовольства України. Київ.

ДОДАТКИ