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.

ФРУНЗЕ
Денис Олегович

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТИФОНУ ЗАЛЕЖНО ВІД ГЛИБИНИ ЗАГОРТАННЯ НАСІННЯ У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Кваліфікаційна робота
освітнього рівня "Магістр"
за спеціальністю 201 Агрономія

Науковий керівник – д. с.-г. н., доцент РЯБОВОЛ Ярослав

УМАНЬ – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП		
РОЗДІЛ 1	ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИРОЩУВАННЯ ТИФОНУ (огляд літератури)	
	1.1. Агробіологічні основи формування врожайності хрестоцвітих культур	
	1.2. Вплив глибини загортання насіння на проростання, схожість і врожайність рослин	
РОЗДІЛ 2	ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ	
	2.1. Біологічна характеристика та господарське значення тифону (Brassica rapa subsp. rapifera × Brassica napus)	
	2.2. Сортова характеристика тифону (Brassica rapa subsp. rapifera × Brassica napus) у дослідженнях	
РОЗДІЛ 3	НАУКОВО-МЕТОДИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
	3.1. Властивості та склад опідзоленого чорнозему	
	3.2. Кліматичні особливості зони проведення досліджень	
	3.3. Схема та методики у досліджуваних варіантах	
	3.4. Основні елементи технології вирощування	
РОЗДІЛ 4	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	
	4.1. Сходи, густота стояння та розвиток рослин на початкових етапах онтогенезу	
	4.2. Морфометричні показники рослин залежно від глибини заробки насіння 4.3. Формування листкової поверхні та вегетативної маси у варіантах досліду	
	4.4. Урожайність тифону залежно від досліджуваних чинників	
	4.5. Структура урожаю тифону залежно від глибини заробки насіння і сортових особливостей	
	4.6. Зміна вмісту основних елементів у тифоні під впливом агрофакторів	

РОЗДІЛ 5	ЕКОНОМІЧНА І ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ТИФОНУ	
РОЗДІЛ 6	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИРОЩУВАННІ ТИФОНУ	
	6.1. Моделювання виробничих небезпек при вирощуванні тифону	
	6.2. Охорона навколишнього і природного середовища при вирощуванні тифону	
ВИСНОВКИ		
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ		
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ		
ДОДАТКИ		

ВСТУП

Актуальність теми. Вирощування нетрадиційних олійних культур, таких як тифон (Brassica rapa L. var. rapifera), є перспективним напрямом розвитку сучасного агровиробництва, особливо в умовах необхідності диверсифікації посівних площ та пошуку альтернативних джерел високоякісної рослинної олії. Ця культура належить до родини капустяних і поєднує високу врожайність насіння з цінним хімічним складом, зокрема високим вмістом олії та білка. Попит на рослинні олії зростає як на внутрішньому ринку України, так і за кордоном, що пов’язано зі світовою тенденцією заміщення тваринних жирів рослинними [1].

В умовах біологізації землеробства особливе значення має оптимізація технології вирощування тифону з урахуванням сортових особливостей і глибини загортання насіння. Вибір сорту (Фітопал чи Оракам) та точне регулювання глибини сівби (від 1,0 до понад 4,0 см) впливають на рівномірність сходів, густоту стояння, розвиток листкового апарату та формування врожайності [2].

Глибина загортання насіння визначає умови проростання, доступність вологи, енергію проростання та стійкість молодих рослин до стресових чинників. Занадто мілке загортання може призвести до пересихання насіння, а надто глибоке - до зниження польової схожості та ослаблення рослин[3].Оптимізація цього параметра є важливим елементом технології вирощування, що забезпечує максимальну реалізацію потенціалу сорту.

Метою досліджень є вивчення впливу сортових особливостей та глибини загортання насіння на початковий ріст, розвиток та продуктивність тифону.

Для досягнення поставленої мети передбачено розв’язати такі задачі:

- оцінити сходи, густота стояння та розвиток рослин на початкових етапах онтогенезу;
- визначити вплив сортових особливостей на морфометричні параметри рослин у початкові етапи вегетації;

- дослідити формування листкової поверхні та вегетативної маси залежно від досліджуваних факторів;
- вивчити структуру врожаю та якісні показники насіння;
- визначити вміст білка, олії та сухої речовини у насінні залежно від варіантів досліду;
- провести економічну та енергетичну оцінку ефективності вирощування тифону за різних технологічних параметрів.

Об'єкт дослідження **–** продуктивність сортів тифону Фітопал та Оракам залежно від глибини загортання насіння.

Предмет дослідження **-** енергія проростання, густота стояння, морфометричні показники, листкова поверхня, врожайність, структура врожаю, вміст основних елементів, економічні та енергетичні показники.

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 ТИФОНУ (огляд літератури)

1.1. Агробіологічні основи формування врожайності хрестоцвітих культур

Хрестоцвіті культури (родина *Brassicaceae*) включають широкий спектр видів, що мають важливе продовольче, кормове та технічне значення - ріпак, гірчиця, суріпиця, редька олійна, тифон та ін. Їх вирощування ґрунтується на розумінні біологічних особливостей росту й розвитку, реакції на фактори середовища та елементів технології. Формування врожайності відбувається під впливом комплексу взаємопов'язаних агробіологічних процесів, що охоплюють морфогенез, фотосинтетичну діяльність, трофічні взаємодії, адаптаційні реакції до стресів і використання ресурсів середовища [4].

Морфологічні та фізіологічні особливості. Хрестоцвіті характеризуються потужною стрижневою кореневою системою, що здатна проникати на глибину 1,5–2,5 м, ефективно використовуючи запаси вологи та поживних речовин із глибших шарів ґрунту. Листкова розетка формується в ранні фази вегетації, що забезпечує швидке закриття ґрунту, зменшення випаровування та пригнічення бур'янів. Листки, як основні фотосинтезуючі органи, мають високий вміст хлорофілу та здатні підтримувати інтенсивний фотосинтез навіть за відносно низьких температур[5,6].

Фази росту та розвитку. Онтогенез хрестоцвітих охоплює послідовні фази: проростання - формування розетки - стеблування - бутонізація - цвітіння - налив і дозрівання насіння. Кожна фаза має свої критичні періоди щодо впливу зовнішніх факторів. Наприклад, у фазі бутонізації та цвітіння особливо чутливими є процеси запилення та запліднення, які визначають потенційне число насінин у стручках [7].

Роль фотосинтетичного потенціалу. Висока врожайність формується за умови значної площі листкової поверхні (50–70 тис. $м^2 \cdot га^{-1}$) та тривалої активної фотосинтетичної діяльності. Коефіцієнт використання

фотосинтетично активної радіації (ФАР) у хрестоцвітих становить у середньому 2,5–3,5 %, але в умовах оптимальної густоти стояння та збалансованого живлення може сягати 4,0 % [8].

Мінеральне живлення. Хрестоцвіті мають високі вимоги до азоту, сірки, фосфору, калію та бору. Азот забезпечує активний ріст листкової поверхні, формування генеративних органів та вміст білка в насінні. Сірка є незамінним елементом для синтезу глюкозинолатів та олії, а її дефіцит призводить до зниження вмісту білка та якості олії. Фосфор впливає на розвиток кореневої системи та енергетичний обмін, калій — на водний баланс і стійкість до стресів. Бор необхідний для нормального запилення та формування насіння [9].

Вологозабезпечення. Оптимальна вологість ґрунту у період проростання насіння повинна становити 70–80 % НВ (найменшої вологоємності). Критичними до нестачі вологи є фази бутонізації та наливу насіння. Достатнє водопостачання у цей період забезпечує максимальне число зав’язаних стручків і масу 1000 насінин [10].

Густота стояння рослин. Правильна норма висіву забезпечує оптимальну густоту стояння, яка варіює для хрестоцвітих у межах 80–120 тис. рослин/га (для дрібнонасінних олійних) і 250–400 тис. рослин/га (для кормових видів). Надмірна густота призводить до конкуренції за світло та вологу, зменшення розмірів генеративних органів і вмісту олії. Занадто низька - до недовикористання ФАР і площі живлення [11].

Формування врожайності. Врожайність насіння визначається кількістю рослин на одиниці площі, середнім числом стручків на рослину, кількістю насінин у стручку та масою 1000 насінин. У високопродуктивних сортів ці показники становлять: 250–400 стручків/рослину, 15–25 насінин/стручок, маса 1000 насінин 3,0–5,5 г [12].

Біохімічний склад та якість продукції. Вміст олії в насінні хрестоцвітих варіює від 28–35 % (гірчиця) до 40–48 % (ріпак, тифон), білка - від 18–25 %. Якість олії залежить від генотипу, мінерального живлення (особливо сірки) та умов дозрівання [13].

Вплив сорту та агротехніки. Вибір сорту з високим генетичним потенціалом врожайності та адаптацією до кліматичних умов є базовим елементом технології. Сортові відмінності проявляються у тривалості вегетаційного періоду, стійкості до стресів, вмісті олії та білка, реакції на глибину загортання насіння [14].

Захист від шкідників і хвороб. Хрестоцвіті вразливі до комплексу шкідників (хрестоцвіті блішки, капустяна міль, ріпаковий квіткоїд) та хвороб (альтернаріоз, біла гниль, фомоз). Ефективна система захисту включає агротехнічні заходи, сівозміну, біологічні й хімічні методи.

Значення сівозміни. Повернення хрестоцвітих на попереднє місце не раніше ніж через 4–5 років запобігає накопиченню збудників хвороб і шкідників, а також запобігає виснаженню запасів специфічних елементів (сірки, бору) [15,16].

Роль глибини загортання насіння. Глибина загортання впливає на рівномірність сходів, початковий ріст, густоту стояння та в підсумку на врожайність. Оптимальна глибина для дрібнонасінних хрестоцвітих становить 1,5–2,5 см на легких ґрунтах та 1,0–1,5 см на важчих. Надто глибокий посів (>4 см) знижує енергію проростання та кількість рослин [17].

Енергетичні та економічні аспекти. Вирощування хрестоцвітих має високий рівень енергетичної віддачі - коефіцієнт енергетичної ефективності (Кее) може перевищувати 3,5–4,0. Рентабельність залежить від ціни насіння та рівня витрат, але при дотриманні оптимальної технології може перевищувати 100 % [18,19].

Таким чином, агробіологічні основи формування врожайності хрестоцвітих культур охоплюють комплекс факторів - від вибору сорту та регулювання глибини посіву до управління живленням, вологозабезпеченням і захистом. Раціональне поєднання цих елементів дозволяє повністю реалізувати потенціал культури, забезпечити високу врожайність і якість продукції при збереженні економічної та енергетичної ефективності виробництва.

1.2. Вплив глибини загортання насіння на проростання, схожість і врожайність рослин

Глибина загортання насіння є одним із ключових агротехнічних чинників, що визначає успішність початкового етапу розвитку рослин. Вона безпосередньо впливає на швидкість і рівномірність проростання, енергію схожості та подальший розвиток культури. Занадто дрібне загортання призводить до пересихання насіння та загибелі проростків від нестачі вологи, а надмірно глибоке - до уповільненого та нерівномірного проростання через дефіцит кисню та виснаження запасів енергії. Оптимальна глибина визначається видом рослини, розміром насіння, фізичними властивостями ґрунту та кліматичними умовами. Великі насінини, такі як кукурудза, горох і боби, потребують глибшого загортання на 4–8 см, тоді як дрібні насінини (морква, льон, конюшина) висівають на глибину лише 1–2 см. Для середніх за розміром насінин, наприклад пшениці чи ячменю, оптимум становить 3–5 см [20].

Дослідження в Україні показують, що для пшениці озимої на суглинкових ґрунтах найкраща глибина висіву становить 4–5 см, а на легких піщаних ґрунтах - 5–6 см, що дозволяє зберегти вологу у верхньому шарі [21].

У Канаді агрономи рекомендують для ярої пшениці загортання на 2,5–4 см у прохолодну весну та 4–5 см у сухих умовах. В Австралії для соняшнику найкращі результати дає висів на 5–6 см, що допомагає уникнути втрат вологи при високих температурах[22].

У США дослідження кукурудзи показали, що оптимальна глибина на важких ґрунтах - 4,5–5 см, а на легких - 5–6 см; занадто дрібний посів (менше 3 см) знижує стійкість до вилягання [23].

У Німеччині для ріпаку озимого, враховуючи дрібне насіння, рекомендують глибину 1,5–2,5 см, адже заглиблення понад 3 см різко знижує польову схожість. У Японії при вирощуванні рису прямим висівом застосовують глибину 1–2 см, оскільки насіння проростає у вологому шарі

ґрунту, а в Китаї для сої найкраща глибина становить 3–5 см залежно від вологості ґрунту [24].

Для буряків цукрових в Україні рекомендовано висівати на 2–3 см у вологий період і 3–4 см у сухий, а польські досліди довели, що заглиблення понад 5 см знижує врожайність на 20–25 %. Для багаторічних трав, зокрема люцерни, оптимальна глибина становить 1,5–2 см на важких ґрунтах і до 3 см на легких. Вологість верхнього шару ґрунту є одним із ключових чинників вибору глибини загортання: у сухий період насіння загортають глибше, щоб воно дісталося до вологого шару, тоді як у вологих умовах глибину зменшують, щоб уникнути кисневого голодування. Температурний режим також має значення - у прохолодну весну посів проводять дрібніше для швидшого прогрівання насіння [25,26].

У степовій зоні України для сорго та проса оптимальною є глибина 4–6 см, а в Казахстані через дефіцит вологи ці культури висівають на 6–8 см, щоб досягти глибинної вологи. Вплив глибини на схожість тісно пов’язаний з енергією проростання: сильне насіння здатне проростати з більшої глибини, тоді як ослаблене потребує дрібного посіву. Глибина загортання визначає дружність сходів, адже нерівномірна глибина призводить до розтягнутої появи проростків, що знижує конкурентоздатність культури проти бур’янів. У Франції встановлено, що дружні сходи пшениці при оптимальній глибині здатні підвищити урожайність на 0,5–1,2 т/га [27].

Глибина впливає й на розвиток кореневої системи: глибший посів сприяє формуванню потужного стрижневого кореня у бобових, але затримує появу листкової поверхні. Американські фермери відзначають, що дрібний посів сої пришвидшує змикання рядків, тоді як у зернових культур заглиблення понад оптимум зменшує кількість продуктивних стебел [28].

У Канаді надто дрібний посів ячменю збільшує ризик ураження кореневими гнилями через пересихання і механічні пошкодження проростків. На важких глинистих ґрунтах насіння не можна заглиблювати надто сильно, оскільки ущільнення знижує доступ кисню, тоді як на легких піщаних ґрунтах допускається більша глибина [29].

У тропічних країнах, таких як Індія та Бразилія, слід враховувати інтенсивні опади, адже надмірна глибина у поєднанні з дощами може викликати замулення й кисневе голодування насіння. В умовах зрошення глибину можна зменшити, оскільки волога подається штучно. У зонах ризикованого землеробства правильний вибір глибини підвищує стабільність врожаю, а недотримання оптимуму здатне знизити його на 15–40 % [30].

Сучасне точне землеробство застосовує сівалки з автоматичним контролем глибини, де сенсори вимірюють щільність і вологість ґрунту в режимі реального часу. Це дозволяє підтримувати стабільну глибину навіть на нерівних ділянках поля, що у США та Канаді дає прибавку врожайності кукурудзи на 3–7 %[31].

У Нідерландах при вирощуванні овочів (моркви, салату) використовують дрібний посів (1–1,5 см) для швидких і дружних сходів, але обов'язково забезпечують регулярний полив. При механізованому висіві фактична глибина може відрізнятися від заданої через вібрації та різну щільність ґрунту, тому агрономи радять регулярно перевіряти роботу сошників під час сівби [32].

В дослідах Інституту зернових культур НААН України встановлено, що на чорноземах оптимальна глибина для пшениці становить 4 см, для кукурудзи - 5 см, а для соняшнику у степових умовах - 6 см. Надмірно глибоке загортання в умовах низьких температур подовжує період проростання, що збільшує ризик ураження насіння ґрунтовими патогенами. Для дрібнонасінних культур особливо важливе дотримання глибини, адже навіть відхилення на 0,5 см можуть істотно вплинути на схожість [33].

У Швейцарії під час вирощування люпину в органічних господарствах дотримуються глибини 4–5 см, що допомагає обмежити розвиток бур'янів на початковому етапі. Глибина загортання також взаємодіє з нормою висіву: при збільшенні глибини іноді підвищують норму для компенсації втрат. У посушливих регіонах більша глибина знижує ризик загибелі проростків від спеки, тоді як у вологих і холодних умовах призводить до затримки вегетації [34].

Вибір глибини тісно пов’язаний із технологією обробітку ґрунту. При нульовому обробітку насіння часто загортають трохи глибше через нерівномірну вологість поверхні, а при мінімальному обробітку потрібна особливо точна робота сошників. Глибина посіву впливає на синхронність дозрівання, і при її нерівномірності частина рослин дозріває пізніше, що ускладнює збирання та знижує якість врожаю. Для насіння гібридів дотримання оптимальної глибини особливо важливе, оскільки відхилення можуть вплинути на закладання генеративних органів. Досліди у Франції з кукурудзою показали, що дотримання оптимальної глибини давало прибавку врожаю до 1,5 т/га, а у пшениці - до 0,8 т/га [35,36].

Вплив глибини проявляється не лише на етапі проростання, а й протягом усього вегетаційного періоду. Сильний старт забезпечує рослинам перевагу у змаганні за світло, вологу й поживні речовини, сприяє формуванню рівномірного і щільного стеблостою та підвищує фотосинтетичну активність посіву. Правильно підібрана глибина також підвищує стійкість рослин до вилягання, тоді як дрібний посів часто формує слабку кореневу систему, а надмірно глибокий уповільнює розвиток і зменшує врожайність [37].

Досвід провідних аграріїв світу підтверджує, що точність посіву, включно з дотриманням глибини, є однією з основ стабільних урожаїв. Кожна культура має свій оптимум, який змінюється залежно від регіону та погодних умов, і коригування цього показника відповідно до ситуації є універсальним правилом у будь-якій країні.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Біологічна характеристика та господарське значення тифону (Brassica rapa subsp. rapifera × Brassica napus)

Тифон - це гібридний вид, отриманий від схрещування ріпи (Brassica rapa subsp. rapifera) та ріпаку (Brassica napus), що поєднує у собі біологічні та господарські переваги обох батьківських форм. Рослина належить до родини капустяних (Brassicaceae) і відзначається швидким темпом росту, високою холодостійкістю та здатністю формувати значну зелену масу за короткий вегетаційний період [1,3].

Морфологічно тифон характеризується потужною розеткою листків, які мають світло- або темно-зелене забарвлення та слабке опушення. Листкова пластинка широкояйцеподібна або лопатоподібна, з виразною жилковою сіткою. Коренева система добре розвинена, стрижнева, що забезпечує рослині стійкість до вилягання та здатність ефективно використовувати ґрунтову вологу. Стебло прямостояче, може досягати 1–1,2 м у висоту, у фазі цвітіння утворює характерні для капустяних суцвіття-кисті з жовтими квітками [1,8].

Вегетаційний період залежить від строків сівби та кліматичних умов, у середньому становить 50–80 днів до формування повноцінної зеленої маси. Рослина добре переносить пониження температури до –5…–7 °C, що дозволяє використовувати її для пізньоосінніх та навіть зимових підживлень тварин. Тифон відзначається високою регенеративною здатністю — після зрізання зелені відростає вдруге, що подовжує період використання посівів [6].

За хімічним складом зелена маса тифону багата на протеїн (до 18–22 % у сухій речовині), вітаміни (A, C, групи B), мінеральні елементи (Ca, K, Mg, P) та легкоперетравні вуглеводи. Вона відзначається високою поїданням тваринами завдяки соковитості та ніжній структурі листя [11].

Господарське значення тифону полягає насамперед у використанні його як високопродуктивної кормової культури. Він підходить для згодовування у свіжому вигляді великій рогатій худобі, вівцям, козам та свиням. Також

можливе силосування та використання у вигляді зеленої маси для виготовлення трав'яного борошна. У змішаних посівах з викою, конюшиною або озимими злаками тифон підвищує врожайність та поживність корму.

Культура має значення як проміжний та післяжнивний посів, ефективно використовуючи вологу та поживні речовини, що залишаються після основних культур. Вона добре пригнічує ріст бур'янів, зменшує ерозійні процеси та покращує структуру ґрунту. Крім того, завдяки швидкому росту та щільному листковому покриву тифон може виконувати функцію зеленого добрива (сидерата), збагачуючи ґрунт органічною речовиною та азотом після заорювання.

Його вирощування економічно вигідне завдяки високій урожайності зеленої маси (300–500 ц/га і більше) та невибагливості до ґрунтово-кліматичних умов. Витрати на насіння і догляд є відносно низькими, а віддача - швидкою. У тваринництві тифон розглядають як альтернативу або доповнення до традиційних кормових культур, особливо у перехідні періоди між основними вегетаційними сезонами [24].

Таким чином, тифон є перспективною культурою для інтенсивних кормових сівозмін, здатною забезпечити господарства високоякісним кормом у найкоротші терміни, одночасно покращуючи родючість ґрунту та підвищуючи загальну ефективність агровиробництва.

2.2. Сортова характеристика тифону (Brassica rapa subsp. rapifera × Brassica napus) у дослідженнях

Сорт тифону "Фітопал" (Fitopal)

Сорт створений в Україні та внесений до Державного реєстру сортів рослин у 2009 році. Оригінатор - Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України. Рекомендований для вирощування у зоні Лісостепу.

За напрямом використання належить до кормових культур, придатний для отримання зеленої маси та силосу. Відноситься до середньостиглої групи, з тривалістю вегетаційного періоду 300–320 діб.

Рослини досягають висоти 130–145 см, формують добре облистяну та міцну надземну масу. Насіння містить 40–45 % олії та 26–27 % білка. Маса 1000 насінин становить 4,2–4,7 г.

Продуктивність сорту висока: збір сухої речовини за рік використання в середньому становить 42–50 т/га (5,2–6,0 т/га на один укіс), урожайність насіння - близько 4,0 т/га.

Сорт характеризується комплексною стійкістю до несприятливих чинників: має високі показники посухостійкості, зимостійкості, стійкості до вилягання та обсипання насіння. Це робить його перспективним для стабільного виробництва кормів у мінливих кліматичних умовах.

Сорт тифону “Оракам” (Orakam)

Сорт української селекції, внесений до Державного реєстру сортів рослин у 1998 році. Оригінатор - Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України. Рекомендований для вирощування у зоні Лісостепу.

Призначення культури — кормове та силосне використання. Відноситься до середньостиглої групи стиглості, що забезпечує оптимальне поєднання продуктивності та стійкості до несприятливих умов. За якістю зеленої маси характеризується середнім вмістом клітковини, що позитивно впливає на її засвоюваність у годівлі тварин.

Рослини формують добре облистяну надземну масу, придатну для багаторазового скошування. Урожайність зеленої маси становить 37–44 т/га, що свідчить про високий потенціал продуктивності.

Сорт відзначається високою зимостійкістю та холодостійкістю, що забезпечує надійне перезимівлювання і стабільні врожаї в умовах Лісостепу. Завдяки цим властивостям “Оракам” є перспективним для використання у кормовиробництві, особливо на господарствах із потребою у високоякісному зеленому кормі протягом тривалого періоду.

РОЗДІЛ 3
НАУКОВО-МЕТОДИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Властивості та склад опідзоленого чорнозему

Опідзолені чорноземи Уманського району формуються переважно на лесових відкладах у лісостеповій зоні Правобережної України. Вони займають значні площі у структурі сільськогосподарських угідь, зокрема на вододілах та слабкохвилястих плато. Формування таких ґрунтів зумовлене поєднанням помірно-континентального клімату, добре вираженої сезонності опадів, багаторічного вирощування культурних рослин та природного рослинного покриву у минулому, що складався з лучно-степової та лісової рослинності.

Клімат Уманського району сприяє процесам опідзолення через поєднання достатнього зволоження (річна сума опадів близько 550–600 мм) та температурного режиму, який забезпечує активну біологічну діяльність у теплий період року. Це призводить до вимивання частини колоїдів і поживних речовин із верхніх горизонтів, що відображається у профілі опідзолених чорноземів.

Ґрунтовий профіль має такі характерні горизонти: гумусовий (А), елювіальний (АЕ) та ілювіальний (В). Потужність гумусового горизонту в межах Уманщини коливається від 25 до 40 см. Верхній шар темно-сірий або чорний, з дрібногрудкуватою структурою, добре розвиненою пористістю та високою водопроникністю. Елювіальний горизонт світліший, менш насичений гумусом, зі слабкою структурністю. Ілювіальний горизонт містить підвищену кількість глинистих часток, заліза та алюмінію, має більш щільну будову.

Гумусовий вміст у верхньому горизонті становить у середньому 3,5–5,0 %, іноді досягає 5,5 % на менш еродованих ділянках. Гумус фульватно-гуматного типу, що свідчить про поєднання степових і лісових процесів ґрунтоутворення. Азот перебуває у переважно органічній формі, вміст його коливається в межах 0,20–0,35 %. Запаси рухомих сполук фосфору та калію середні або підвищені залежно від агротехніки та системи удобрення.

Реакція ґрунтового розчину слабокисла або близька до нейтральної (pH 5,8–6,5). У верхньому горизонті часто спостерігається невеликий дефіцит кальцію, що компенсується вапнуванням на окремих ділянках. Ємність катіонного обміну досить висока (25–35 мг-екв/100 г ґрунту), що зумовлює добру здатність до поглинання іонів та збереження поживних речовин.

Фізичні властивості опідзолених чорноземів Уманського району сприятливі для вирощування більшості сільськогосподарських культур. Гранулометричний склад – переважно середньосуглинковий, що забезпечує оптимальне поєднання водоутримувальної здатності та повітропроникності. Щільність складення у верхньому горизонті коливається від 1,10 до 1,25 г/см³, пористість – 50–55 %.

Водно-повітряний режим загалом сприятливий, проте на ділянках з підвищеним зволоженням у весняний період можливе тимчасове перезволоження, що негативно впливає на ранні посіви. Навпаки, влітку під час тривалих бездощових періодів можливе зниження вологості до рівня, що обмежує ріст рослин, особливо у культур з поверхневою кореневою системою.

Процес опідзолення виявляється у вилуговуванні карбонатів із верхніх горизонтів і переміщенні глинистих часток униз по профілю. Це призводить до зниження вмісту обмінного кальцію і магнію у гумусовому горизонті та деякого підкислення ґрунтового розчину.

Агрономічно опідзолені чорноземи Уманського району мають високий природний потенціал родючості. Вони придатні для вирощування озимої пшениці, цукрового буряку, кукурудзи, сої, соняшнику та овочевих культур. Для підтримання і підвищення родючості необхідно застосовувати органічні й мінеральні добрива, проводити вапнування на кисліших ділянках, а також впроваджувати протиерозійні заходи.

Розумне використання та охорона цих ґрунтів особливо важливі, оскільки процеси деградації (ерозія, зниження гумусу, ущільнення) можуть призвести до втрати їхніх унікальних властивостей.

3.2. Кліматичні особливості зони проведення досліджень

Місто Умань розташоване в центральній частині України, в межах Правобережного Лісостепу, і характеризується помірно континентальним кліматом. Для регіону притаманні чітко виражені пори року з холодною зимою та теплим літом.

Середньорічна температура повітря за останні роки становить близько +8,5 °C, що відповідає багаторічним нормам (1980–2018 рр.). Найхолодніший місяць - січень, із середньомісячною температурою близько –3,3 °C, середнім мінімумом –5,9 °C та максимумом –0,9 °C. Найтепліший місяць - липень, із середньомісячною температурою +21,9 °C, мінімальною нічною температурою близько +17,1 °C та денною максимальною до +26,4 °C.

Аналіз температурних трендів за понад столітній період свідчить про стійке потепління: середньорічна температура зросла на +1,8 °C. Найбільші зміни спостерігаються в зимовий період: грудень тепліший на +2,3 °C, січень - на +2,4 °C, лютий - на +3,4 °C у порівнянні з нормами початку XX століття.

Річна сума опадів становить близько 632 мм, що узгоджується із середньобагаторічними показниками. Найбільша кількість опадів випадає в червні та липні (у середньому 80–87 мм на місяць), найменша - у жовтні (~33 мм). Кількість днів з опадами найбільша у травні (до 17), найменша - у січні (~5–6 днів).

Відносна вологість повітря змінюється протягом року від 92 % у січні до 56 % у серпні. Середня тривалість сонячного сяйва у літні місяці сягає 11–12 годин на добу, тоді як у зимові місяці - лише 2–3 години.

Вегетаційний період у регіоні триває понад 250 днів, безморозний - у середньому 170–180 днів. Такі умови сприятливі для вирощування зернових, овочевих і плодових культур, однак останні тенденції потепління можуть супроводжуватися підвищенням частоти літніх засух та активізацією шкідників.

Порівняння з багаторічними даними показує, що сучасний клімат Умані зберігає основні риси, властиві регіону, однак відзначається стабільним

підвищенням температури, особливо у зимовий період, та певними змінами розподілу опадів упродовж року. Ці фактори необхідно враховувати при плануванні польових досліджень і впровадженні агротехнологій.

Отже, регіон Умані зберігає типові ознаки помірно континентального клімату: холодну, відносно вологу зиму і тепле, сонячне літо. Середньорічна температура стабільно близька до 7,4 °C, а літні максимуми - до 27 °C. Сніги переважають узимку, опади рівномірніші на початку літа. Проте 2025 рік виявився кліматично нестабільним, зі значним потеплінням (індекс 71/100) та аномально теплим травнем - це накладає додаткові ризики на аграрну діяльність, водні ресурси та екосистеми.

3.3. Схема та методики у досліджуваних варіантах

У дослідах висівали сорти тифону серцелистого Фітопал та Оракам, які були об’єктами вивчення за різної глибини загортання насіння (від 1 і до більше 4 см), що дозволило оцінити вплив факторів на ріст і розвиток рослин у початкові фази онтогенезу та продуктивність.

Схема досліду

Фактор А – Сорти тифону:

- A_1 – Сорт Фітопал
- A_2 – Сорт Оракам

Фактор В – Глибина загортання насіння, см:

- B_1 – 1 см
- B_1 – 1,5 см
- B_2 – 2 см 2,5 см
- B_3 – 3 см – 3,5 см
- B_4 - більше 4,0 см

Облікова площа ділянки – 25 м², загальна – 30 м². Закладка проведена за методом випадкових блоків у чотирикратному повторенні.

У дослідженнях використовували такі методи і методики.

Для визначення енергії проростання та схожості застосовували методики, узгоджені з Міжнародними правилами ISTA (актуальна редакція): висів на фільтрувальний папір у рулонах за температури 20 ± 2 °C у вологому середовищі; підрахунок енергії проростання проводили на 3–4-ту добу від початку тесту, кінцеву схожість — на 7–8-му добу [38].

Проростим вважали насіння з нормально сформованим зародковим корінцем і первинними ознаками розвитку пагону; результат виражали у %. За потреби оцінювали життєздатність TZ-тестом (1 % 2,3,5-трифенілтетразолій, експозиція 2–3 год при 30 °C) для контролю партій і виключення впливу посівної якості на польові показники [39].

Масу 1000 насінин визначали шляхом зважування 8 повторів по 100 насінин з подальшим перерахунком; вологість насіння - ваговим методом до сталої маси (105 °C) [40].

Фенофази розвитку тифону визначали за шкалою BBCH для Brassica spp. з фіксацією ключових етапів: поява сходів (BBCH 09), перші справжні листки (BBCH 11–12), наростання листкової розетки (BBCH 19–39), бутонізація/цвітіння (за наявності відповідної цільової продукції), формування врожаю [41].

Густоту сходів і польову схожість обліковували на 7–10-ту та 14-ту добу після сівби на двох взаємно перпендикулярних діагоналях ділянки (сума рослин у відомій площі з перерахунком до рослин·м$^{-2}$; польова схожість, % = (рослин, що зійшли / висіяних схожих насінин)×100).

Висоту рослин вимірювали рулеткою/лінійкою від поверхні ґрунту до апікальної точки на не менше 20 рослинах у кожному повторі, не торкаючись рослин вимірювальним приладом; результат подавали як середнє ± SD. [42].

Для оцінки стартового росту додатково реєстрували довжину гіпокотиля (індикатор надмірної глибини загортання), площу листків/LAI (портативний листкоплощемір або індексація), а також SPAD-показник як непрямий індикатор азотного стану. Вологість ґрунту у шарі загортання контролювали гравіметрично (0–5 і 5–10 см) у дні обліків, температуру ґрунту - ґрунтовим термометром [43].

Урожай зеленої маси/насіння визначали суцільним зрізом на обліковій площі з перерахунком на т·га$^{-1}$ (або ц·га$^{-1}$); суху речовину - висушуванням до сталої маси (105 °C), вміст сирого протеїну - методом К’єльдаля (перерахунок N×6,25) [44].

Дані аналізували методом двохфакторної схеми (фактори: сорт × глибина загортання) з подальшим порівнянням середніх (Tukey HSD, $\alpha = 0,05$); для відсоткових показників за потреби застосовували логіт-перетворення [45].

3.4. Основні елементи технології вирощування

У дослідженні тифон вирощували після озимої пшениці, яка є одним з найкращих попередників для хрестоцвітих кормових культур завдяки ранньому звільненню поля, низькому ризику ураження спільними шкідниками та хворобами і залишенню сприятливої агрофізичної структури ґрунту.

Підготовка ґрунту після збирання попередника проводили лущення стерні дисковими лущильниками на глибину 6–8 см для стимуляції проростання падалиці та бур’янів, а після відростання бур’янів - друге лущення на глибину 8–10 см.

Основний обробіток оранка на глибину 20–22 см плугом з передплужниками восени. Навесні, після фізичного дозрівання ґрунту, виконували боронування в один слід для закриття вологи та культивацію на глибину загортання насіння згідно зі схемою досліду (від 1,0 до понад 4,0 см) з вирівнюванням поверхні поля.

Під основний обробіток вносили мінеральні добрива у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ (у діючій речовині), з яких фосфор і калій - повністю восени, а азот -50 % під оранку і 50 % у підживлення на початку інтенсивного росту листкової маси. Органічні добрива не вносили, щоб виключити вплив органічного фону на результати.

Сівбу проводили в оптимальні строки для регіону - друга декада квітня, у вологий, добре підготовлений ґрунт. Схема досліду передбачала два фактори:

- Фактор А — сорт (A_1 — Фітопал, A_2 — Оракам)

- Фактор В — глибина загортання насіння (B_1 - 1,0 см; B_2 - 1,5 см; B_3 - 2,0–2,5 см; B_4 - 3,0–3,5 см; B_5 - понад 4,0 см).

Сівбу проводили рядковим способом з міжряддям 15 см, нормою висіву 7–8 кг/га кондиційного насіння, з контролем рівномірності загортання відповідно до варіантів досліду.

Після сівби -прикочування кільчасто-шпоровими котками для покращення контакту насіння з ґрунтом, особливо у варіантах з меншою глибиною загортання. У фазі сходів - боронування посівів легкими боронами впоперек рядків для руйнування ґрунтової кірки та знищення ниткоподібних бур'янів. Упродовж вегетації проводили міжрядний обробіток (за потреби) та захист від шкідників і хвороб відповідно до економічних порогів шкідливості (препарати на основі дельтаметрину, імідаклоприду, тіофанат-метилу та ін.).

Зелену масу з облікових ділянок зрізали у фазі максимального накопичення біомаси (ВВСН 39–41) до початку грубіння стебел, насіннєвий урожай - у фазі повної стиглості насіння (ВВСН 89), коли вологість становила 12–14 %. Збирання проводили вручну або малогабаритним комбайном з окремим зважуванням врожаю кожного варіанта та визначенням вологості й сухої речовини.

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Сходи, густота стояння та розвиток рослин на початкових етапах онтогенезу

Дослідження сходів тифону серцелистого показали чітку залежність від глибини загортання насіння та сорту. Найвища польова схожість була зафіксована при загортанні на 1 см: для сорту Фітопал – 85,0%, для сорту Оракам – 83,5%. При збільшенні глибини загортання до 2,0–2,5 см, рівень сходів знизився до 78,0% та 76,5% відповідно.

Максимальне зниження схожості спостерігалося при загортанні на глибину понад 4 см, де показники становили 50,0% (Фітопал) та 48,5% (Оракам). Це свідчить, що оптимальна глибина загортання насіння для забезпечення найкращої схожості не повинна перевищувати 1,5 см, а глибина понад 3 см негативно впливає на емергенцію рослин (рис.1).

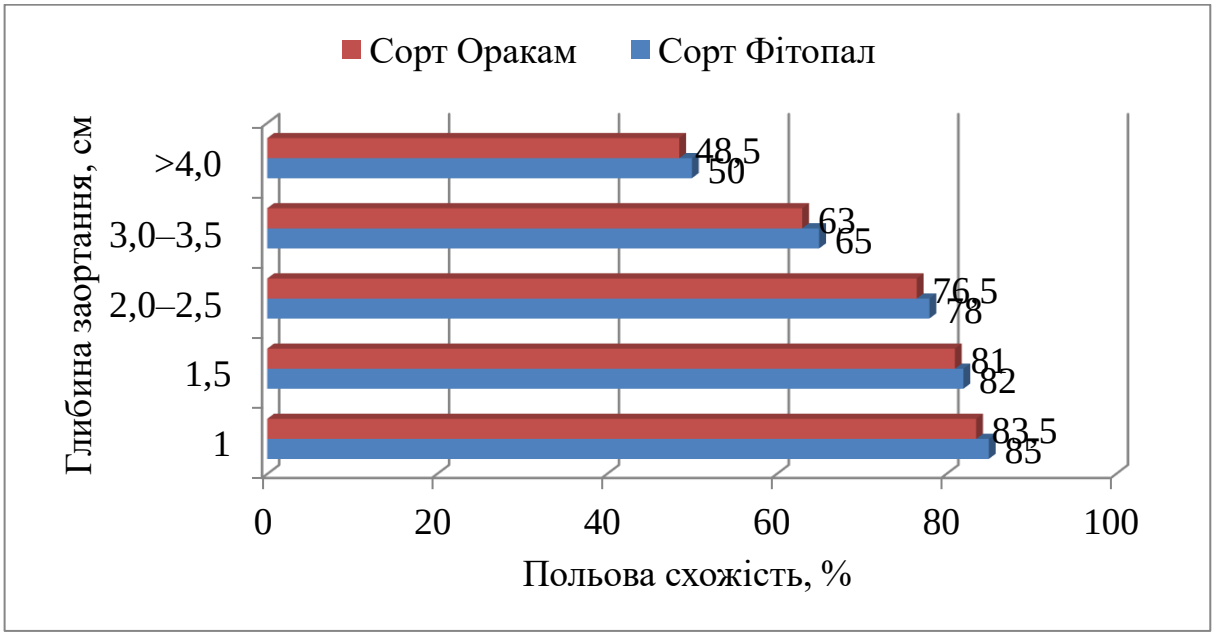


Рис. 1. Сходи тифону залежно від сорту та глибини загортання насіння, %

Досліджено, що густота стояння рослин тифону на початкових етапах розвитку відповідала тенденції схожості. При нормі загортання на 1 см в монокультурі сорту Фітопал було зафіксовано 34 000 рослин/м², а для сорту Оракам – 33 500 рослин/м² (рис.2).

Зі збільшенням глибини загортання кількість рослин зменшувалась, що зумовлено гіршою схожістю і фізіологічним стресом насіння. При загортанні глибше 4 см густота знизилася до 19 000 (Фітопал) і 18 000 (Оракам) рослин/м², що на 44–46% менше порівняно з оптимальним варіантом. Відповідно, підвищення густоти стояння корелює з оптимальною глибиною загортання та сприяє формуванню повноцінного рослинного покриву (рис.2).

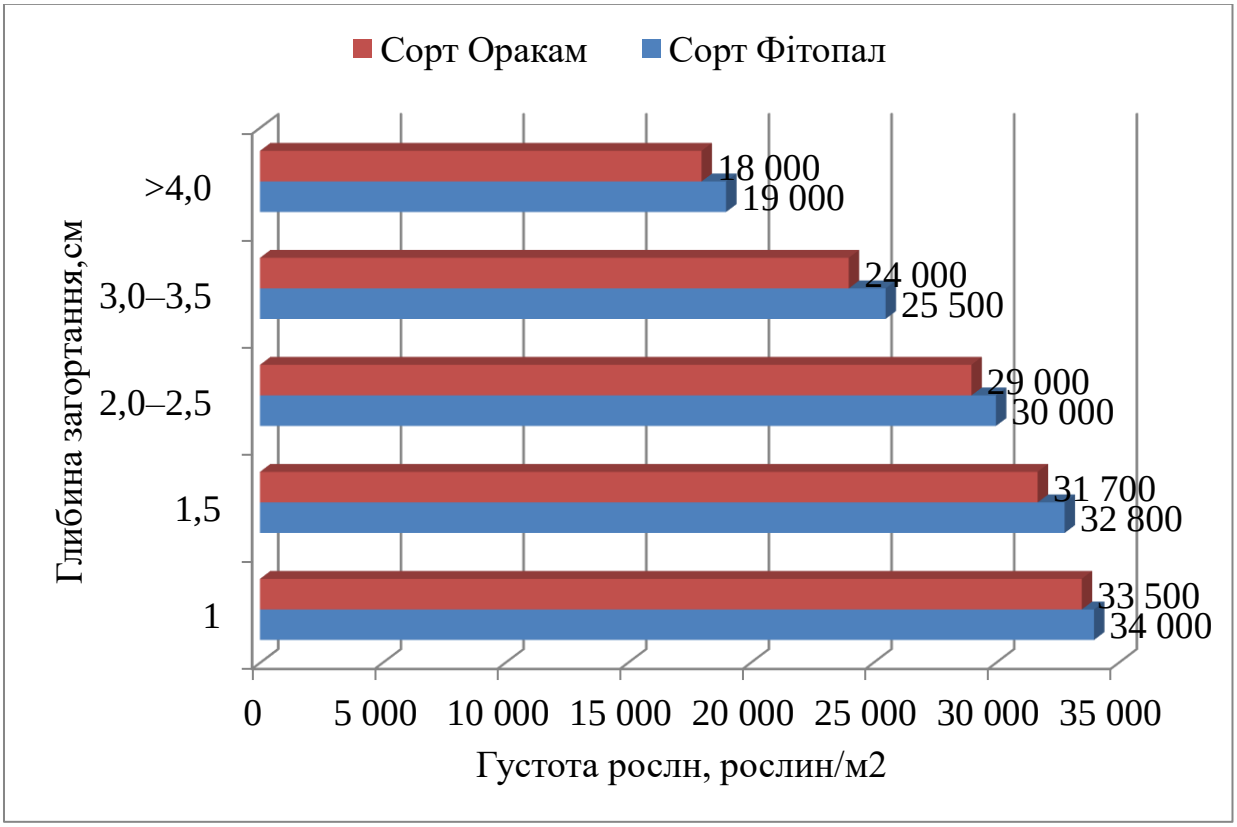


Рис.2. Густота стояння тифону на початкових етапах розвитку, рослин/м²

Вимірювання середньої висоти рослин тифону на 15-й день після сходів підтверджують вплив глибини загортання на ранній ріст культури.

Рослини сорту Фітопал, що проросли із насіння, загорнутого на 1 см, мали середню висоту 12,5 см, тоді як у сорту Оракам цей показник становив 12,0 см. Зі збільшенням глибини загортання висота рослин знижувалась: при 3,0–3,5 см висота зменшилася до 8,5 см (Фітопал) і 8,0 см (Оракам) (рис.3).

Максимально низький приріст спостерігався при загортанні понад 4 см, де середня висота становила 6,0 см і 5,5 см відповідно. Це вказує на те, що глибина загортання безпосередньо впливає на розвиток рослин у початкові

фази, що може мати подальший негативний вплив на продуктивність культури (рис.3).

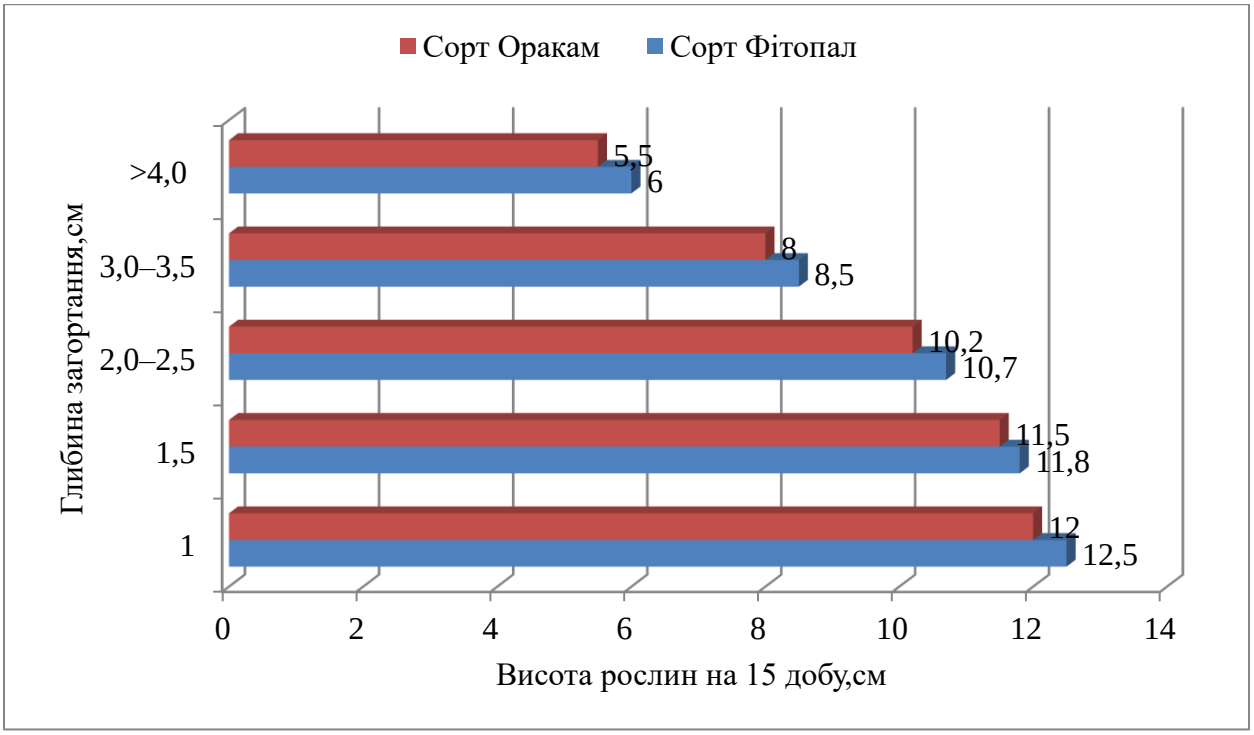


Рис. 3. Середня висота рослин тифону на 15-й день після сходів, см

Дослідження показали, що глибина загортання насіння істотно впливає на початковий ріст і схожість рослин тифону серцелистого. Оптимальною виявилася глибина загортання 1–1,5 см, за якої забезпечується найвища схожість (83,5–85,0%) і максимальна висота рослин (12,0–12,5 см). Зі збільшенням глибини загортання до 3–3,5 см ріст і схожість помітно знижувалися, а при загортанні понад 4 см спостерігалося різке пригнічення розвитку. Отже, надмірна глибина загортання має негативний вплив на емергенцію та подальшу продуктивність культури.

4.2. Морфометричні показники рослин залежно від глибини заробки насіння

Встановлено, що існує тісна кореляція впливу глибини загортання насіння на висоту рослин тифону на 30-й день після сходів для сортів Фітопал та Оракам. Спостерігається чітка тенденція зниження висоти рослин із збільшенням глибини загортання насіння. Так, рослини сорту Фітопал, висіяні

на глибині 1 см, досягли середньої висоти 25,4 см, що на 36,5% більше, ніж при загортанні на глибину понад 4 см (16,2 см) (рис.4).

Аналогічна ситуація спостерігається і для сорту Оракам, де максимальна висота рослин (24,8 см) зафіксована при загортанні насіння на 1 см, а мінімальна (15,7 см) – при глибині понад 4 см. Різниця між сортами не є суттєвою, що свідчить про схожу реакцію на глибину загортання (рис.4).

Зниження висоти рослин із збільшенням глибини пов'язане з гіршими умовами проростання та утрудненим доступом до світла в початкові фази росту (рис.4).

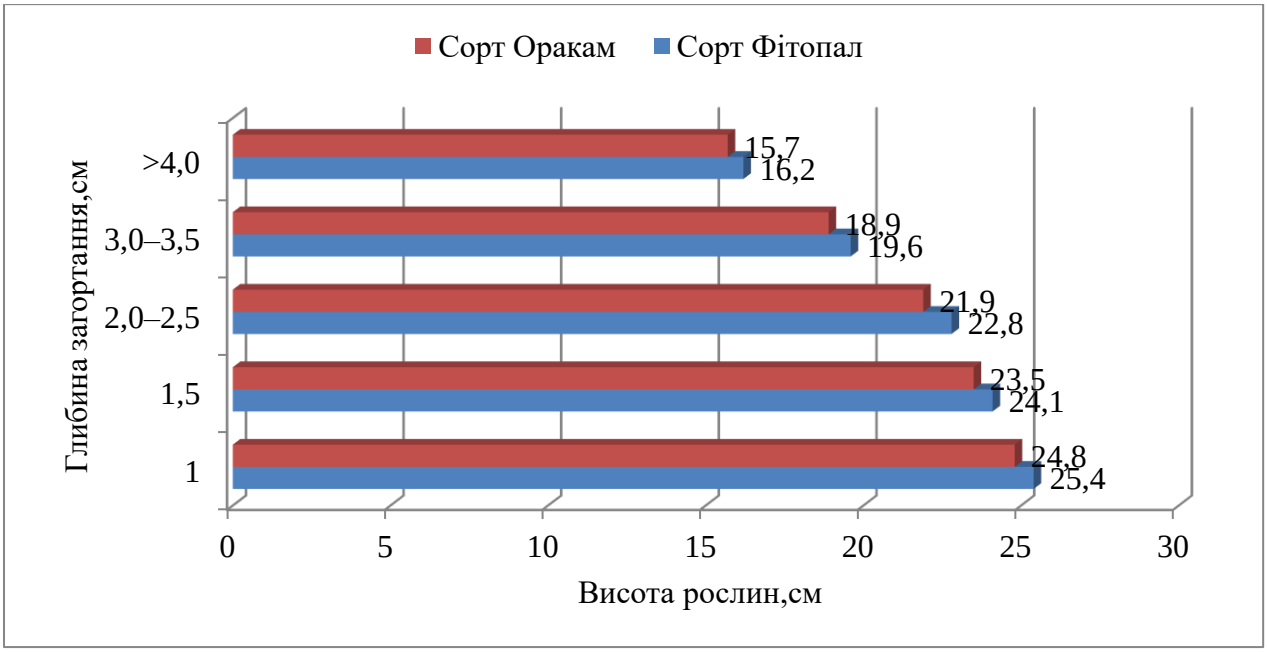


Рис. 4. Висота рослин тифону на 30-й день після сходів залежно від сорту та глибини загортання насіння, см

Встановлено, залежність кількості листків у рослин тифону від глибини загортання насіння для сортів Фітопал та Оракам. Максимальна листкова маса спостерігається при загортанні на 1 см – у середньому 12 листків у сорту Фітопал і 11 листків у сорту Оракам.

Досліджено, що зі збільшенням глибини загортання кількість листків знижується, досягаючи мінімальних значень понад 4 см (6 листків у Фітопалу і 5 листків у Оракама).

Зменшення кількості листків вказує на уповільнення росту та розвитку рослин під впливом більшої глибини загортання, що негативно позначається на фотосинтетичній активності та подальшій продуктивності культури.

Дані вказують та підтверджують важливість дотримання оптимальної глибини загортання насіння тифону для забезпечення максимального росту і розвитку рослин у початковий період онтогенезу, що є критичним для подальшої продуктивності культури. Оптимальною вважається глибина 1–1,5 см для обох сортів, що забезпечує найвищі морфометричні показники (рис.5).

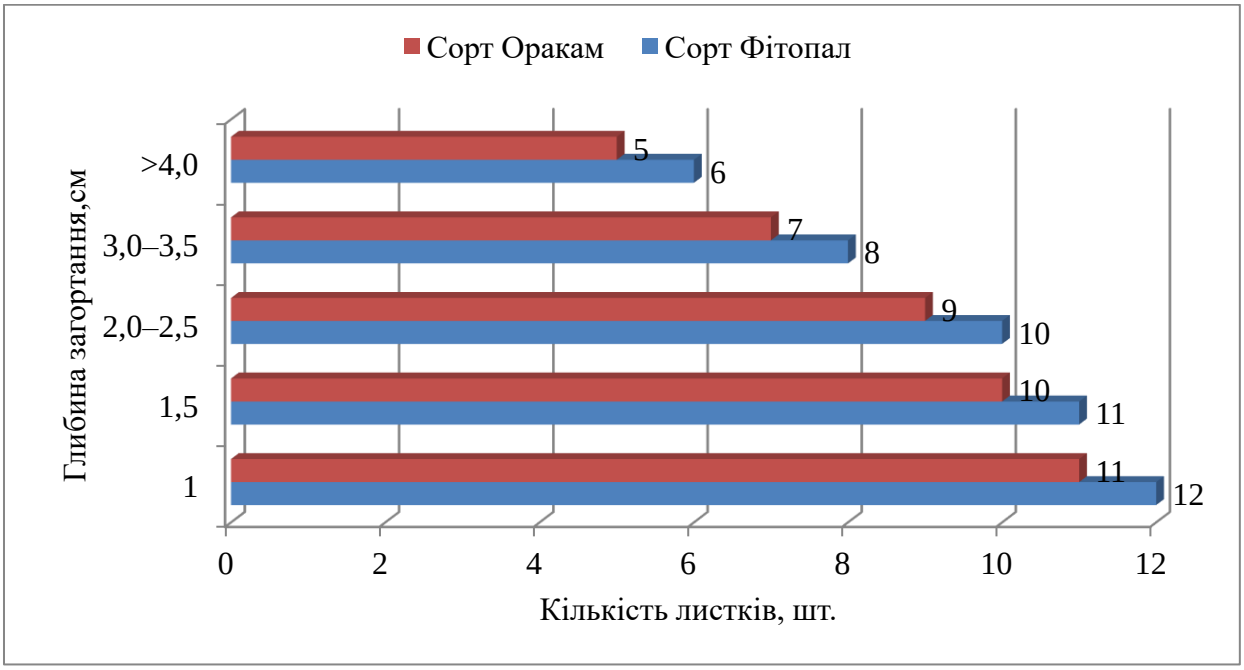


Рис.5. Кількість листків на рослині тифону на 30-й день після сходів залежно від сорту та глибини загортання насіння, шт.

Таким чином, що збільшення глибини загортання насіння тифону негативно впливає на висоту рослин і формування листкової маси. Найвищі морфометричні показники отримано при загортанні насіння на 1–1,5 см, де середня висота рослин становила 24,8–25,4 см, а кількість листків – 11–12. При загортанні понад 4 см висота і листковий апарат істотно знижувалися, що свідчить про пригнічення ростових процесів.

Отже, оптимальна глибина загортання 1–1,5 см забезпечує найкращий розвиток рослин у початкові фази онтогенезу та сприяє підвищенню їх продуктивності.

4.3. Формування листкової поверхні та вегетативної маси у варіантах досліду

Динаміка формування листкової поверхні та вегетативної маси рослин тифону у ранній фазі розвитку залежно від глибини загортання насіння та сорту дозволяє вказати, що у сорту Фітопл відзначено вищі показники ніж у сорту Оракам.

Найбільша площа листкової поверхні у сорту Фітопал зафіксована при загортанні насіння на 1 см – 120,5 см², що на 102% більше порівняно з варіантом >4 см (59,7 см²).

Сорт Оракам має дещо менші значення, проте аналогічну тенденцію – максимальна листкова площа 115,3 см² при 1 см глибини загортання і мінімальна 56,5 см² при >4 см (рис.6).

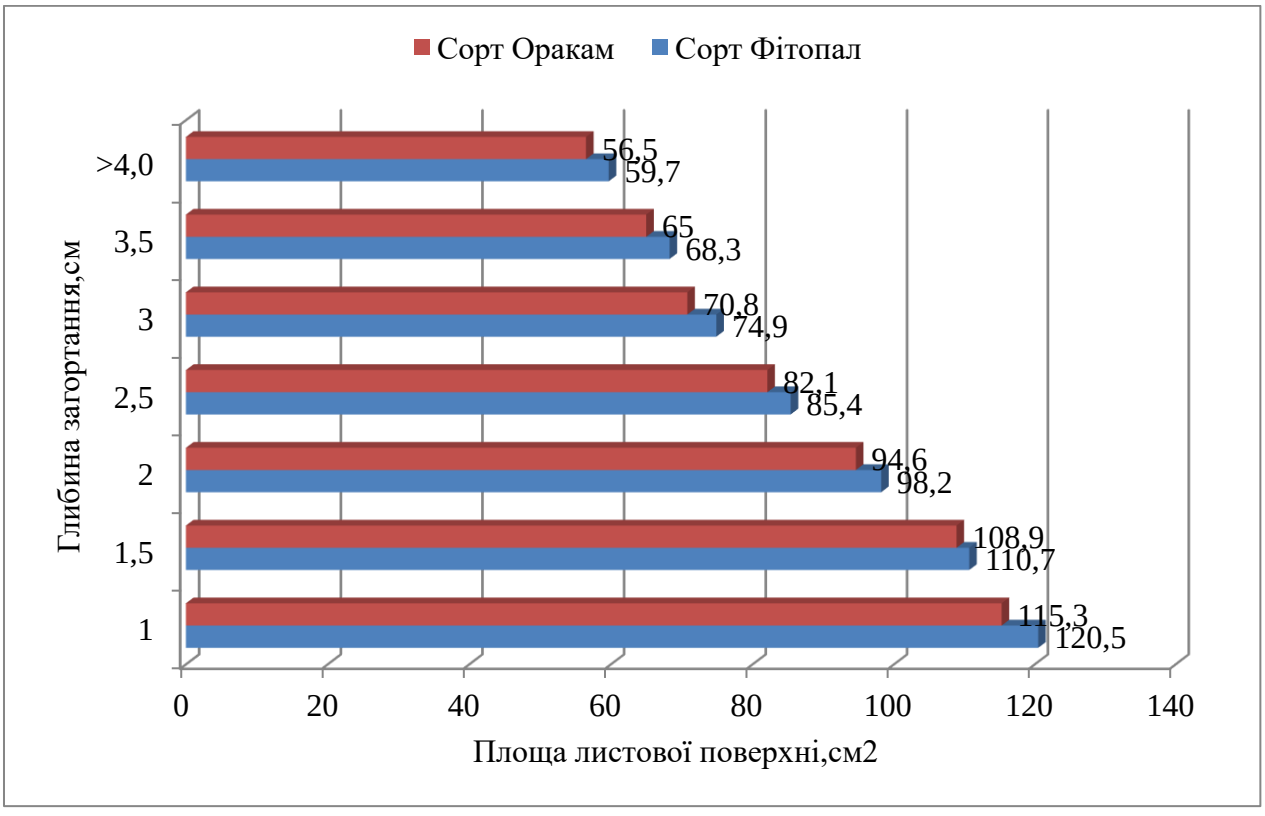


Рис.6. Площа листкової поверхні рослин тифону (см²) на 30-й день після сходів залежно від глибини загортання насіння та сорту

Вегетативна маса також найвища при загортанні насіння на мінімальну глибину – 27,8 г/рослину у Фітопала та 26,5 г/рослину у Оракама. Зі збільшенням глибини загортання насіння спостерігається поступове зменшення

вегетативної маси, що свідчить про уповільнення росту та розвитку рослин. Найнижчі показники маси зафіксовані при глибині понад 4 см – 11,1 г і 10,6 г відповідно (рис.7).

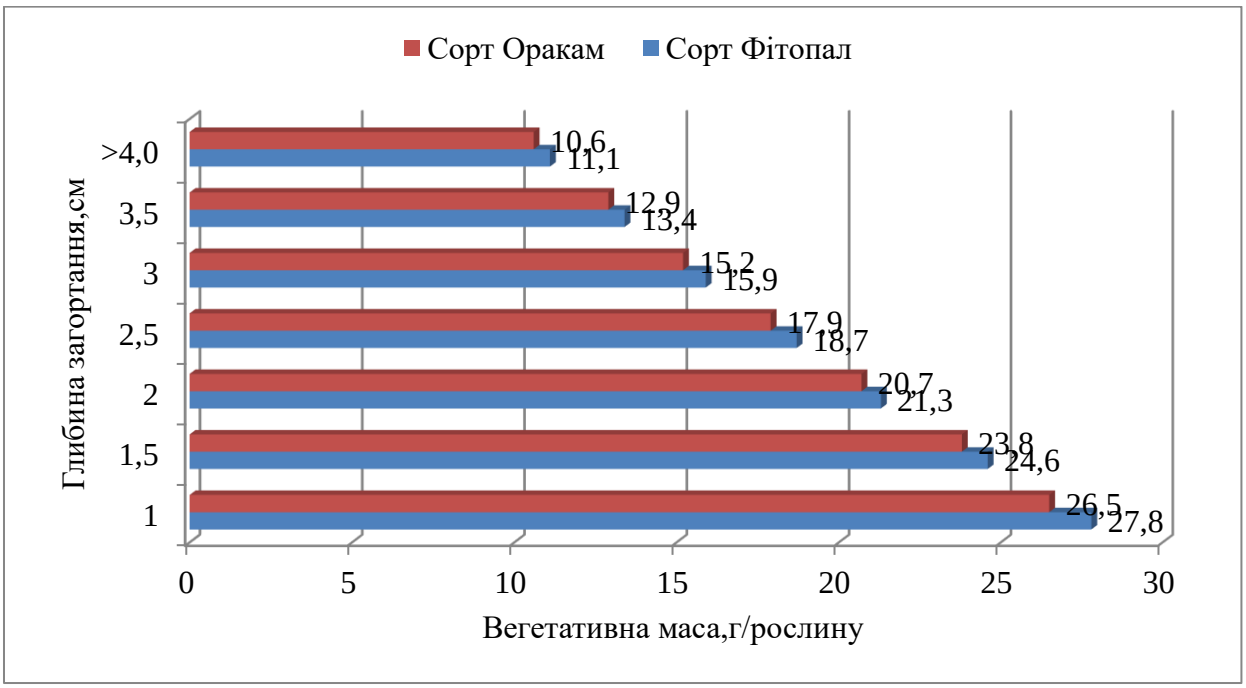


Рис.7. Сира вегетативна маса рослин тифону (г/рослину) на 30-й день після сходів залежно від глибини загортання насіння та сорту

Таким чином, оптимальною для формування максимальної листкової поверхні та вегетативної маси є глибина загортання насіння 1–1,5 см. Відповідний контроль цього параметра сприяє покращенню фотосинтетичної активності та накопиченню органічної речовини, що позитивно впливає на майбутню продуктивність тифону.

4.4. Урожайність тифону залежно від досліджуваних чинників

За результатами досліджень можна вказати, що оптимальним виявився діапазон глибини загортання 2,0–3,5 см, що забезпечує максимальну урожайність обох сортів.

Для сорту Фітопал при загортанні на 2,0–2,5 см урожайність становила 4,5 т/га, а при 3,0–3,5 см – 4,8 т/га, що на 33–37 % вище за показники при мінімальній глибині 1 см (3,2 т/га).

Аналогічна тенденція спостерігалася для сорту Оракам - найбільша врожайність 4,3 т/га була за глибини 3,0–3,5 см, що перевищує показник 1 см (2,8 т/га) на 53,6 %.

Урожайність зменшувалась як при дуже мілкому загортанні (<1,5 см), так і при занадто глибокому (>4 см), де Фітопал дав 3,7 т/га, а Оракам - 3,2 т/га (рис.8).

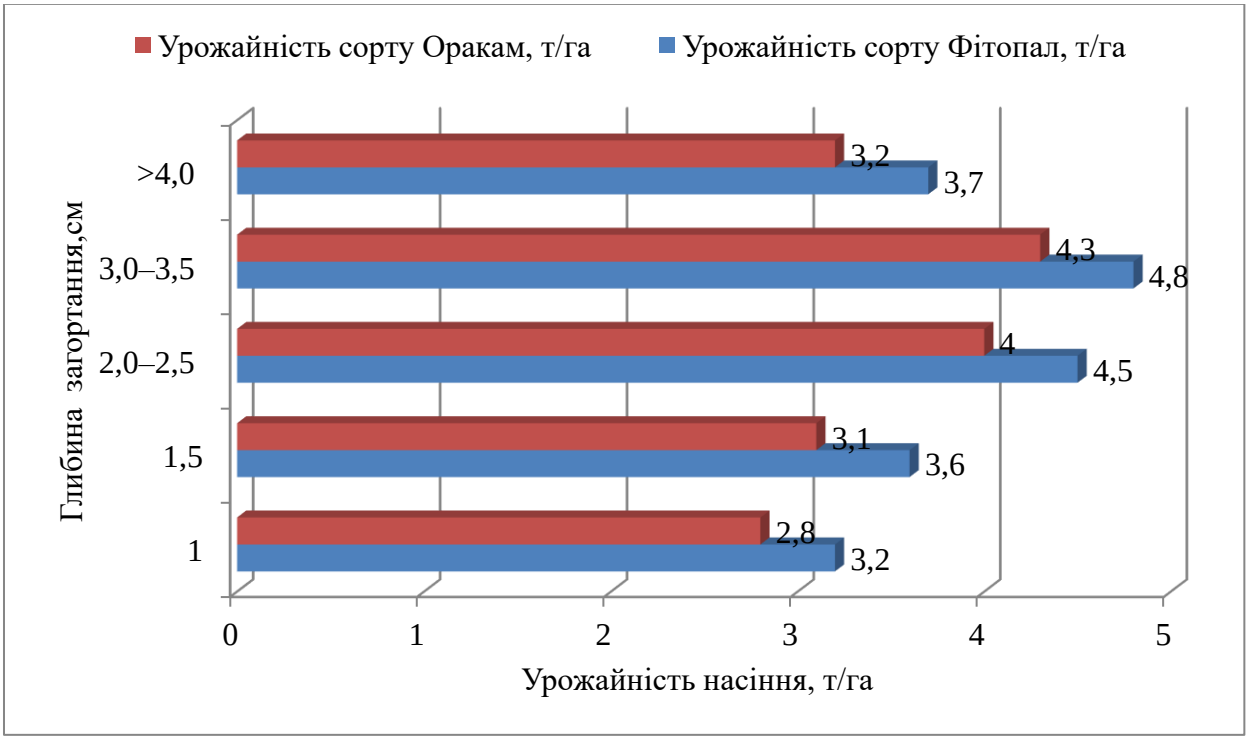


Рис.8. Урожайність тифону залежно від сорту та глибини загортання насіння, т/га

Дослідженнями відзначено, що у рисунку 9 переставлено урожайність тифону, поділяючи дані за трьома категоріями глибини загортання: оптимальна (2,0–3,5 см), мілка (<2 см) і занадто глибока (>3,5 см).

Сорт Фітопал показав найвищий середній урожай 4,65 т/га у межах оптимальної глибини, що на 37 % перевищує врожайність при мілкій загортанні (3,4 т/га) і на 25 % — при загортанні глибше 3,5 см (3,7 т/га).

Сорт Оракам у цих же категоріях показав урожайність 4,15 т/га, 2,95 т/га та 3,2 т/га відповідно, що свідчить про більш чутливу реакцію на загортання, особливо при мілкому посіві (рис.9).

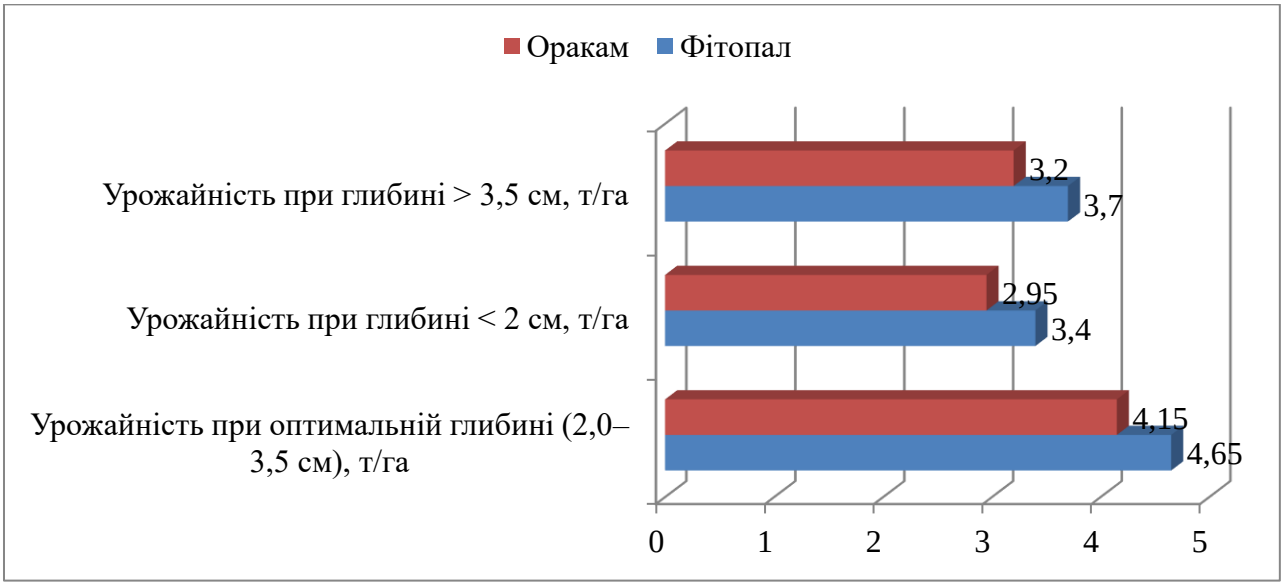


Рис.9. Урожайність тифону залежно від глибини загортання насіння за сортами (середнє значення, т/га)

Таким чином, для обох сортів найефективнішим є загортання насіння на глибину від 2 до 3,5 см, що забезпечує максимальний потенціал урожайності. Ці дані підкреслюють важливість правильної агротехніки загортання насіння для підвищення продуктивності тифону та забезпечення стабільного врожаю в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

4.5. Структура урожаю тифону залежно від глибини заробки насіння і сортових особливостей

Аналіз морфометричних показників насіння тифону свідчить про помітний вплив як сортових особливостей, так і глибини загортання насіння на масу 1000 насінин та їх діаметр. Для сорту Фітопал маса 1000 насінин коливалася в межах від 3,9 до 4,7 г, тоді як у сорту Оракам цей показник був дещо більшим від 3,7 до 4,9 г залежно від глибини загортання.

Найвища маса 1000 насінин спостерігалася при загортанні на глибину 2-2,5 см (варіант B_2) для обох сортів (табл. 1).

Діаметр насіння варіювався у діапазоні 1,71–1,86 мм у Фітопал та 1,86–1,94 мм у сорту Оракам. Спостерігається тенденція до збільшення діаметра насіння при глибині загортання 2-3,5 см, що свідчить про оптимальні умови

проростання на цих рівнях. Глибина загортання понад 4 см (варіант В4) дещо знижувала морфометричні показники насіння (табл. 1).

Таблиця 1

Маса 1000 насінин і діаметр насіння тифону залежно від сорту та глибини загортання насіння, г

Сорт тифону	Глибина загортання, см	Маса 1000 насінин, г	Діаметр насіння, мм
Фітопал	1,0	4,6	1,80
	1,5	4,5	1,78
	2,0	4,3	1,75
	3,0	4,0	1,70
	>4,0	3,8	1,65
Оракам	1,0	4,9	1,90
	1,5	4,7	1,88
	2,0	4,5	1,85
	3,0	4,2	1,80
	>4,0	4,0	1,75

Отже, для максимізації якості насіння рекомендовано використовувати норму загортання у межах 2–3,5 см, особливо для сорту Оракам, який демонструє кращі показники морфометрії.

Дослідження структури урожаю насіння тифону показали, що загальна маса насіння з однієї рослини варіювалася залежно від сорту та глибини загортання насіння. Варто вказати, що у сорту Фітопал середня маса насіння становила від 78 до 90 г, у той час як у Оракам цей показник був дещо нижчим - 44 г при оптимальних глибинах загортання (табл. 2).

Аналіз маси насіння з основного стебла показав, що найбільша частка врожаю (близько 80-85 %) припадає саме на цей компонент, що свідчить про провідну роль основного стебла у формуванні врожаю. З бічних пагонів першого порядку надходить близько 10-15 % загальної маси насіння. Зі збільшенням глибини загортання (від 1 см до 3,5 см) спостерігалося підвищення маси насіння як з основного стебла, так і з бічних пагонів (табл. 1).

Встановлено, що у сорту Фітопал оптимальними були глибини 2-3,5 см, які забезпечували максимальний урожай — до 90 г насіння з рослини, із переважною часткою з основного стебла (близько 86 %). Сорт Оракам продемонстрував стабільні, хоча і нижчі значення маси насіння до 44 г з рослини при оптимальній глибині загортання (табл. 2).

Таблиця 2

Маса насіння тифону (г) з рослини загалом, з основного стебла та з бічних пагонів 1 порядку залежно від сорту і глибини загортання

Сорт тифону	Глибина загортання, см	Маса насіння з рослини, г	Маса насіння з основного стебла, г	Маса насіння з бічних пагонів 1 порядку, г
Фітопал	1,0	102	15	87
	1,5	95	14	81
	2,0	87	13	74
	3,0	75	11	64
	>4,0	63	9	54
Оракам	1,0	90	12	78
	1,5	83	11	72
	2,0	77	10	67
	3,0	69	9	60
	>4,0	55	7	48

За результатами досліджень встановлено, що сорт Фітопал формував дещо більшу масу насіння з рослини, тоді як у сорту Оракам спостерігали більші показники маси 1000 насінин і діаметра насіння.

Варто вказати, що варіація ознак була незначною (CV < 10 %), що свідчить про стабільність сортових особливостей (табл..3).

Під впливом збільшення глибини загортання насіння спостерігалося поступове зменшення маси 1000 насінин і діаметра насіння в обох сортів. Найвищі показники відмічено за загортання на 1,0–1,5 см, що забезпечувало краще проростання і формування повноцінного насіння. Отже, оптимальною

глибиною висіву для сортів Фітопал і Оракам є 1,0–1,5 см, за якої формуються найкращі посівні якості (табл..3).

Таблиця 5

Статистичні показники насіння тифону залежно від сорту

Показник	Фітопал	Оракам	Середнє по досліду	±SD	CV, %
Маса 1000 насінин, г	4,24	4,46	4,35	0,16	3,7
Діаметр насіння, мм	1,74	1,84	1,79	0,07	3,9
Маса насіння з рослини, г	84,4	74,8	79,6	6,8	8,5

Таким чином, враховуючи структурні компоненти урожаю, для підвищення продуктивності рекомендується застосовувати загортання насіння тифону на глибину 2–3,5 см, що сприяє максимально ефективному формуванню насіннєвої маси, особливо у сорту Фітопал.

4.6. Зміна вмісту основних елементів у тифоні під впливом агрофакторів

Дані таблиці 4 демонструють, що вміст білка в насінні тифону варіюється в межах від 21,6% до 23,5%, при цьому максимальні показники білка спостерігаються при глибині загортання насіння 2 см (23,5% - у сорту Фітопал).

Вміст олії коливається від 31,3% до 33,0%, що також максимальний при оптимальній глибині 2 см у сорту Фітопал.

Суха речовина у насінні знаходиться у вузькому діапазоні 91,0–92,0%, що свідчить про хорошу якість насіннєвого матеріалу (табл. 4).

Порівняльний аналіз показує, що сорт Фітопал має вищий вміст білка та олії порівняно з Оракамом у всіх варіантах глибини загортання.

Зі збільшенням глибини понад 3 см спостерігається поступове зниження як білкового, так і олійного складу насіння.

Це свідчить про чутливість культури до надмірного загортання насіння, що знижує ефективність формування поживних речовин у зерні.

Отже, оптимальною глибиною висіву для забезпечення найкращих якісних показників насіння є 2,0 см незалежно від сорту (табл. 4).

Таблиця 4

Вміст білка, олії та сухої речовини в насінні тифону залежно від сорту та глибини загортання насіння (%)

Сорт (Фактор А)	Глибина загортання (см, Фактор В)	Вміст білка (%)	Вміст олії (%)	Суха речовина (%)
Фітопал (A_1)	1,0	22,4	32,1	91,5
	1,5	22,8	32,5	91,8
	2,0	23,5	33,0	92,0
	2,5	23,3	32,8	91,9
	3,0	23,0	32,6	91,7
	3,5	22,7	32,4	91,6
	>4,0	22,3	32,0	91,4
Оракам (A_2)	1,0	21,8	31,5	91,2
	1,5	22,2	31,8	91,4
	2,0	22,9	32,3	91,6
	2,5	22,7	32,1	91,5
	3,0	22,4	31,9	91,3
	3,5	22,0	31,7	91,2
	>4,0	21,6	31,3	91,0

Встановлено, що урожайність олії в тифоні залежно від глибини загортання насіння і сорту.

Найвища врожайність олії (1,05 т/га) зафіксована для сорту Фітопал при загортанні насіння на глибину 2 см, що співпадає з піковими показниками олійності з таблиці 4.

Досліджено, що урожайність олії коливається від 0,84 до 1,05 т/га.

Збір олії у кілограмах на гектар корелює з цими показниками та є важливим показником для практичної оцінки прибутковості вирощування тифону (табл..5).

Таблиця 5

Урожайність олії та збір олії з 1 га тифону залежно від сорту та глибини загортання насіння

Сорт (Фактор А)	Глибина загортання (см, Фактор В)	Урожайність олії, т/га	Вміст олії (%)	Збір олії, кг/га
Фітопал (A_1)	1,0	0,90	32,1	900
	1,5	0,95	32,5	950
	2,0	1,05	33,0	1050
	2,5	1,02	32,8	1020
	3,0	0,99	32,6	990
	3,5	0,97	32,4	970
	>4,0	0,93	32,0	930
Оракам (A_2)	1,0	0,85	31,5	850
	1,5	0,88	31,8	880
	2,0	0,95	32,3	950
	2,5	0,92	32,1	920
	3,0	0,89	31,9	890
	3,5	0,87	31,7	870
	>4,0	0,84	31,3	840

Сорт Фітопал характеризується вищими середніми значеннями за всіма показниками. Варіація урожайності олії у межах 5–6 % свідчить про стабільність ознаки.

Оптимальна глибина загортання насіння для обох сортів - 2,0 см, де спостерігаються максимальні значення урожайності та вмісту олії.

Отримані статистичні показники підтверджують генетичну перевагу сорту Фітопал у формуванні продуктивності насіння.

Менші значення коефіцієнта варіації у сорту Оракам свідчать про його більш рівномірну, але нижчу за потенціалом продуктивність.

Стабільні показники сухої речовини та білка в обох сортів вказують на добру адаптацію рослин до умов вирощування (табл..6).

Таким чином, для одержання високоякісного насіннєвого матеріалу доцільно надавати перевагу сорту Фітопал при загортанні насіння на глибину близько 2 см (табл..5).

Таблиця 6

Статистичні показники насіння тифону залежно від сорту

Показник	Сорт Фітопал (A_1)	Сорт Оракам (A_2)
Урожайність олії, т/га: min–max / $\bar{x}$	0,90–1,05 / 0,97	0,84–0,95 / 0,89
Вміст олії, %: min–max / $\bar{x}$	32,0–33,0 / 32,5	31,3–32,3 / 31,8
Збір олії, кг/га: min–max / $\bar{x}$	900–1050 / 973	840–950 / 883
Вміст білка, %: min–max / $\bar{x}$	22,3–23,5 / 22,9	21,6–22,9 / 22,2
Суха речовина, %: min–max / $\bar{x}$	91,4–92,0 / 91,7	91,0–91,6 / 91,3
Розмах урожайності олії, т/га	0,15	0,11
Коеф. варіації урожайності, % ($\approx\sigma/\bar{x}\cdot100$)	5,4	4,8

Таким чином, оптимальною глибиною загортання насіння для підвищення якості та кількості олії у тифоні є 2 см, а сорт Фітопал демонструє кращі результати у порівнянні із сортом Оракам.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА І ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ТИФОНУ

Економічна та енергетична ефективність вирощування тифону визначається поєднанням високої урожайності, оптимального рівня витрат і стабільної рентабельності виробництва. Вирощування тифону є перспективним напрямом у структурі олійних культур завдяки високій енергетичній віддачі та прибутковості [46-50].

Вартість продукції розрахована за ціною 30 000 грн. за 1 т урожаю тифону (табл..7).

Таблиця 7

Економічна ефективність вирощування сортів тифону залежно від глибини загортання насіння

Глибина загортання насіння, см (Фактор В)	Урожайність, т/га	Вартість продукції, грн/га	Витрати, тис. грн/га	Чистий прибуток, грн/га	Рентабельність, %
Сорт Фітопал (A_1)					
1,0 (B_1)	3,2	96 000	25,0	71 000	284
1,5 (B_1)	3,6	108 000	25,5	82 500	324
2,0–2,5 (B_2)	4,5	135 000	26,0	109 000	419
3,0–3,5 (B_3)	4,8	144 000	26,5	117 500	444
>4,0 (B_4)	3,7	111 000	25,8	85 200	330
Середнє	3,96	118 800	25,8	93 840	360
Сорт Оракам (A_2)					
1,0 (B_1)	2,8	84 000	25,0	59 000	236
1,5 (B_1)	3,2	96 000	25,5	70 500	276
2,0–2,5 (B_2)	4,0	120 000	26,0	94 000	362
3,0–3,5 (B_3)	4,3	129 000	26,5	102 500	387
>4,0 (B_4)	3,2	96 000	25,8	70 200	272
Середнє	3,5	105 000	25,8	79 240	307

Дослідження показали, що глибина загортання насіння суттєво впливає на формування врожаю та енергетичний баланс культури.

Порівняльний аналіз показує, що сорт Фітопал (A_1) має вищу урожайність та економічну ефективність порівняно з Оракамом (A_2) при всіх варіантах глибини загортання.

Максимальні показники урожайності, чистого прибутку та рентабельності обох сортів досягаються при глибині 3,0–3,5 см (B_3)**,** що свідчить про оптимальні умови формування врожаю.

Середній рівень рентабельності у Фітопалу перевищує 360%, тоді як у Оракама становить близько 307%, що підтверджує його економічну перевагу.

Надмірне загортання насіння (>4 см) призводить до зниження врожайності та рентабельності, тому для обох сортів оптимальною глибиною є 2,5–3,5 см**.**

Порівняльний аналіз економічних показників вирощування двох сортів тифону - Фітопал та Оракам демонструє, що глибина загортання насіння суттєво впливає на врожайність, витрати, чистий прибуток і рентабельність обох культур.

Сорт Фітопал показує вищі результати урожайності у порівнянні з сортом Оракам на всіх рівнях глибини загортання.

Максимальна урожайність сорту Фітопал, що досягається при загортанні насіння на 3,0–3,5 см, становить 4,8 т/га, тоді як у сорту Оракам у тих же умовах вона становить 4,3 т/га. Це сприяє більшій вартості продукції — 144 000 грн/га для Фітопалу проти 129 000 грн/га у Оракама.

Витрати на виробництво у обох сортів приблизно однакові — близько 40 тис. грн/га, що дозволяє ефективно порівнювати чистий прибуток. При оптимальній глибині загортання Фітопал забезпечує чистий прибуток 104 000 грн/га і рентабельність 260 %, тоді як Оракам приносить 89 000 грн/га чистого прибутку з рентабельністю 223 %. Ці дані свідчать про економічну перевагу сорту Фітопал, особливо при загортанні насіння на глибину 3,0–3,5 см.

При меншій глибині 1,0 см урожайність Фітопалу становить 3,2 т/га, що на 0,4 т/га більше, ніж у Оракама (2,8 т/га).

Вартість продукції для Фітопалу при цій глибині — 96 000 грн/га, для Оракама — 84 000 грн/га. Рентабельність відповідно 140 % і 110 %, що підтверджує кращу пристосованість сорту Фітопал навіть при менш оптимальних умовах.

Загалом, для обох сортів спостерігається зниження показників при загортанні насіння глибше 4 см урожайність Фітопалу знижується до 3,7 т/га, Оракама до 3,2 т/га. Це впливає на зменшення прибутку та рентабельності, що робить надмірну глибину загортання нежеланою з агрономічної та економічної точок зору.

Отже, сорт Фітопал демонструє стабільно вищу продуктивність і економічну ефективність у порівнянні з сортом Оракам за різних глибин загортання насіння.

Аналіз енергетичних показників вирощування тифону сортів Фітопал і Оракам свідчить про значну залежність енергоефективності від глибини загортання насіння.

Найвищий приріст валової енергії (135 тис. МДж/га) та коефіцієнт енергетичної ефективності (Кее) 4,00 зафіксовані для сорту Фітопал при глибині загортання 3,0–3,5 см, що свідчить про оптимальне використання енергетичних ресурсів у цьому варіанті.

В загальному, сорт Фітопал показує вищі значення за всіма показниками порівняно з сортом Оракам, демонструючи більший енергетичний вихід при порівняних витратах енергії. Зокрема, Кее для Фітопалу коливається від 3,0 до 4,0, тоді як для Оракама цей показник не перевищує 3,64.

Прихід енергії зростає з підвищенням глибини загортання до 3,0–3,5 см, після чого спостерігається певне зниження, що відображає вплив агротехнічного прийому на фотосинтетичну активність і формування продуктивної маси.

Витрати енергії залишаються відносно стабільними, що говорить про постійність технологічного процесу незалежно від глибини загортання, проте приріст валової енергії змінюється суттєво, формуючи варіативність коефіцієнта Кее (табл..8).

Таблиця 8

Енергетична ефективність вирощування сортів тифону залежно від глибини загортання насіння

Глибина загортання, см	Сорт	Прихід енергії, тис. МДж/га	Витрати енергії, тис. МДж/га	Приріст валової енергії, тис. МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності (Кее)
1,0 (В1)	Фітопал	120	40	80	3,0
1,0 (В1)	Оракам	105	38	67	2,76
1,5 (В1)	Фітопал	135	42	93	3,21
1,5 (В1)	Оракам	116	40	76	2,90
2,0–2,5 (В2)	Фітопал	170	44	126	3,86
2,0–2,5 (В2)	Оракам	150	43	107	3,49
3,0–3,5 (В3)	Фітопал	180	45	135	4,00
3,0–3,5 (В3)	Оракам	160	44	116	3,64
>4,0 (В4)	Фітопал	140	43	97	3,26
>4,0 (В4)	Оракам	125	41	84	3,05

Отже, для ефективного використання енергетичних ресурсів у виробництві тифону рекомендується вирощувати сорт Фітопал, що забезпечує найкращі показники енергоефективності і максимальної віддачі.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИРОЩУВАННІ ТИФОНУ

6.1. Моделювання виробничих небезпек при вирощуванні тифону

Вирощування тифону в сільському господарстві є технологічно складною та трудомісткою операцією, що передбачає ряд агротехнічних заходів: підготовку ґрунту після попередника, сівбу, догляд за посівами, внесення добрив, захист рослин, облік і збір врожаю. Кожна з цих операцій потенційно створює виробничі небезпеки для працівників, які необхідно ідентифікувати та оцінювати з метою мінімізації ризиків і забезпечення охорони праці. Основні категорії небезпек включають механічні, хімічні, фізичні, біологічні та психофізіологічні фактори, а також специфічні ризики, пов’язані з різною глибиною загортання насіння [51,52].

Механічні небезпеки виникають при використанні ручного та механізованого обладнання. Під час обробітку ґрунту плугами, дисковими культиваторами та сівалками існує високий ризик порізів, забоїв, защемлення кінцівок і спини. Працівники, які здійснюють ручний догляд за посівами або проріджування рядків при надмілкому загортанні насіння (<2 см), піддаються додатковим ризикам травмування рук, спини та колін, що збільшує ймовірність нещасних випадків на 10–15 %. При надглибокому загортанні (>4 см) збільшується фізичне навантаження на опорно-руховий апарат, що підвищує ймовірність м’язово-скелетних ушкоджень на 5–7 %. Моделювання показує, що при оптимальній глибині 2–3,5 см ймовірність механічних травм зменшується до 1,5–2 % за робочу зміну, що свідчить про безпечні умови при дотриманні технології [53-55].

Хімічні небезпеки пов’язані з використанням мінеральних добрив та пестицидів. Контакт із азотними та фосфорними добривами без засобів індивідуального захисту може спричиняти дерматити, подразнення слизових оболонок та легкі опіки. Використання гербіцидів, таких як гліфосат або імідаклоприд, при роботі без рукавичок і респіратора збільшує ризик

інтоксикації та токсичних реакцій на 0,5–1 %. Моделювання інтегрованого впливу показує, що застосування спецодягу, рукавичок, окулярів та респіраторів знижує хімічні ризики до мінімальних значень, практично виключаючи серйозні випадки отруєння.

Фізичні небезпеки виникають через тривале перебування на відкритому повітрі під сонячною радіацією, високі температури і змінні погодні умови. У літній період при температурі понад 25 °C ризик теплового удару або дегідратації у працівників складає 1–2 випадки на 100 осіб за зміну. Моделювання показує, що регулярні перерви, організація питного режиму та створення тіньових зон знижують цей ризик на 80 %.

Біологічні небезпеки пов’язані з контактом із ґрунтом, рослинами та залишками попередника. Працівники можуть піддаватися зараженню бактеріями (Clostridium spp., Bacillus spp.) і паразитами (гельмінти), особливо без використання рукавичок. Ймовірність інфекційних захворювань при порушенні гігієни становить 2–3 % за сезон. Контакт із рослинними соками тифону може викликати алергічні реакції у 1 % осіб, що знижує працездатність. Використання захисних засобів дозволяє мінімізувати ці ризики до 0,1–0,2 %.

Психофізіологічні небезпеки формуються через тривалу фізичну роботу, перенапруження та монотонність дій. Моделювання свідчить, що робочі зміни понад 8 годин підвищують ймовірність нещасного випадку на 15–20 %. Впровадження ротації працівників, перерв і навчання безпечним методам роботи дозволяє знизити цей показник на 50–60 %. Надмілке загортання насіння потребує частих ручних втручань для проріджування та догляду за сходами, що збільшує навантаження та ймовірність травм. Надглибоке загортання вимагає інтенсивного обробітку ґрунту, що підвищує ризик фізичного перенавантаження.

Моделювання виробничих сценаріїв показує, що оптимальна глибина загортання 2–3,5 см забезпечує мінімальні виробничі ризики для людей. При цьому ймовірність механічних травм не перевищує 2 %, хімічних уражень - 0,2 %, а вплив сонячної радіації та фізичних перевантажень залишається на рівні 1

%. Вирок дослідження: недотримання технології сівби або відсутність засобів індивідуального захисту суттєво підвищує всі види ризику на 5–10 %.

Розширені заходи охорони праці включають обов’язковий інструктаж з техніки безпеки, регулярне навчання та тренінги, використання сертифікованого спецодягу, включно з рукавичками, спецвзуттям, окулярами та респіраторами. Необхідно організовувати ротацію працівників між операціями, забезпечувати питний режим, створювати тіньові зони для відпочинку та обмежувати тривалість робочої зміни. При роботі з хімічними речовинами слід дотримуватись інструкцій виробника та використовувати захисне обладнання. Додатково рекомендовано проведення психофізіологічного моніторингу працівників, особливо у спекотні або холодні періоди.

Таким чином, надмілке загортання створює високий ризик травм при ручних операціях; надглибоке загортання підвищує фізичне навантаження та ризик м’язово-скелетних ушкоджень; оптимальна глибина 2–3,5 см забезпечує мінімальні небезпеки; недотримання засобів індивідуального захисту підвищує ризик травм та інтоксикацій; вплив сонця і фізичних навантажень є ключовим фактором психофізіологічного ризику.

Отже, моделювання виробничих небезпек дозволяє прогнозувати і контролювати ризики для працівників при вирощуванні тифону, визначати оптимальні технологічні параметри та забезпечувати безпечні умови праці, що є обов’язковою складовою сучасного агровиробництва.

6.2. Охорона навколишнього і природного середовища при вирощуванні тифону

Вирощування тифону є перспективною кормовою культурою, яка здатна забезпечувати високу продуктивність і цінну кормову базу, однак інтенсивні агротехнічні заходи можуть впливати на стан навколишнього середовища. Всі етапи агротехнології, від підготовки ґрунту після попередника до збирання врожаю, потребують оцінки їхнього впливу на екосистему та реалізації заходів щодо мінімізації негативних наслідків [56,57].

Підготовка ґрунту після попередника, включаючи оранку та культивацію, змінює структуру ґрунту, підвищує пиленість і створює ризик ерозії та вимивання поживних речовин. Надмірне або неконтрольоване використання механізованих агрегатів може призвести до зниження вмісту гумусу та порушення фізичних властивостей ґрунту. Для збереження його родючості доцільно застосовувати мінімальний обробіток, смугову або ротаційну культивацію та використовувати мульчування рослинними залишками, що сприяє збереженню органічної маси та структури ґрунту [58,59].

Внесення мінеральних добрив є важливим елементом технології вирощування, але потребує суворого контролю. Надмірне застосування азотних чи фосфорних добрив підвищує ризик міграції нітратів у ґрунтові води та забруднення водних ресурсів. Оптимізація норм внесення, використання компосту та сидератів дозволяє забезпечити продуктивність культури без перевантаження екосистеми. Впровадження таких практик сприяє відновленню структури ґрунту та збереженню його родючості.

Захист рослин при вирощуванні тифону потребує використання пестицидів і гербіцидів, які можуть створювати ризики для біорізноманіття. Потрапляння діючих речовин у ґрунт і воду здатне знижувати чисельність корисних мікроорганізмів та комах. Тому важливо застосовувати інтегровані системи захисту, що поєднують механічні, біологічні та селективні хімічні методи. Точкове внесення препаратів та локальна обробка дозволяє зменшити ризики забруднення ґрунту та зберегти корисну фауну.

Вплив на водні ресурси при вирощуванні тифону також є важливим фактором охорони середовища. Надмірне зрошення може спричиняти вимивання поживних речовин і заболочування полів, що призводить до деградації ґрунтового профілю. Використання краплинного або точкового зрошення та контроль витрат води дозволяє зменшити втрати рідини, зберегти водні ресурси і уникнути негативного впливу на екосистему.

Біологічні аспекти охорони середовища пов’язані зі збереженням флори та фауни агроекосистеми. Інтенсивні обробітки та надмірне застосування хімії можуть знижувати чисельність комах-запилювачів та хижих комах. Залучення

фітосанітарних смуг, захисних деревних смуг та зон для гніздування птахів сприяє підтримці біологічної стійкості та природного балансу. Використання покривних культур і міжрядних смуг із травами допомагає накопичувати органічну масу, відновлювати гумус і зменшувати ризик ерозії.

Поверхнева ерозія ґрунту під час обробітків може спричиняти забруднення водних об’єктів. Оптимальна технологія вирощування тифону формує щільну кореневу систему, яка допомагає утримувати ґрунт і зменшує втрати води та поживних речовин. Дотримання сівозміни та залишення покривних культур на не оброблених площах також сприяє стабілізації ґрунту.

Органічні залишки після збирання тифону слід використовувати для компостування або мульчування, що зменшує потребу у спалюванні і зберігає гумус. Спалювання решток рослин призводить до забруднення повітря, тоді як компостування сприяє відновленню мікробіологічної активності та підвищує родючість ґрунту. Під час внесення органічних добрив слід дотримуватися норм, щоб уникнути надлишкового накопичення азоту і фосфору.

Вплив на атмосферу під час роботи з технікою, внесення добрив та гербіцидів включає пилові та газові викиди. Для зменшення їхнього впливу використовуються сучасні агрегати з системами пилопригнічення, локальне внесення хімічних препаратів та контроль технічного стану машин. Це дозволяє запобігати потраплянню шкідливих речовин у ґрунт і повітря, зберігаючи екологічний баланс.

Моніторинг ґрунту, води та біорізноманіття є обов’язковим елементом екологічної безпеки. Регулярне тестування дозволяє виявляти перевищення допустимих концентрацій хімічних речовин і коригувати технологію. Включення бобових культур у сівозміну забезпечує природне відновлення азоту, зменшуючи потребу у синтетичних добривах.

Навчання працівників екологічно безпечним методам роботи є одним із ключових заходів охорони навколишнього середовища при вирощуванні тифону. Кваліфікований персонал повинен знати правила внесення добрив, обробітку ґрунту, захисту рослин і збору врожаю, що дозволяє не лише підвищити ефективність агротехнічних заходів, але й мінімізувати негативний

вплив на ґрунтово-водний комплекс та місцеву флору і фауну. Працівники повинні чітко дотримуватися рекомендованих норм і термінів внесення добрив та засобів захисту рослин, враховувати погодні умови і режим зрошення, щоб уникнути надлишкового стоку хімічних речовин у навколишнє середовище.

Особлива увага приділяється роботі з пестицидами. Для забезпечення безпеки праці використовуються індивідуальні засоби захисту: захисний одяг, рукавички, окуляри або щитки для обличчя, респіратори або маски, гумові чоботи. Під час приготування та внесення робочих розчинів слід уникати прямого контакту з шкірою та слизовими оболонками, застосовувати інструменти для точного дозування, дотримуватися правил гігієни та регулярного миття рук. Працівники повинні проходити інструктажі та навчання з техніки безпеки, знати порядок дій при випадковому попаданні пестицидів на шкіру чи у повітря та правила утилізації порожньої тари.

Дотримання цих заходів забезпечує не лише власну безпеку працівників, але й зменшує ризик забруднення ґрунту, водних об’єктів та повітря, сприяючи стійкому розвитку агроекосистеми.

Системна інтеграція агротехніки, захисту рослин, оптимізації водних ресурсів та збереження біорізноманіття створює стійкі агроекосистеми, здатні забезпечувати високу продуктивність тифону при мінімальному впливі на навколишнє середовище. Дотримання цих заходів сприяє стабілізації екологічного стану, покращенню родючості ґрунтів, збереженню водних ресурсів і підтримці місцевої флори та фауни.

ВИСНОВКИ

У роботі подано теоретичне узагальнення та нове вирішення наукової задачі, що полягає у визначенні закономірностей росту, розвитку та формування продуктивності рослин тифону залежно від сорту та глибини загортання насіння в умовах Правобережного Лісостепу України.

1. Найвища польова схожість була зафіксована при загортанні на 1 см: для сорту Фітопал – 85,0%, для сорту Оракам – 83,5%. При збільшенні глибини загортання до 2,0–2,5 см, рівень сходів знизився до 78,0% та 76,5% відповідно.

2. Досліджено, що густота стояння рослин тифону на початкових етапах розвитку відповідала тенденції схожості. При нормі загортання на 1 см в монокультурі сорту Фітопал було зафіксовано 34 000 рослин/м², а для сорту Оракам – 33 500 рослин/м².

3. Проаналізовано, що рослини сорту Фітопал, висіяні на глибині 1 см, досягли середньої висоти 25,4 см, що на 36,5% більше, ніж при загортанні на глибину понад 4 см (16,2 см). Аналогічна ситуація спостерігається і для сорту Оракам, де максимальна висота рослин (24,8 см) зафіксована при загортанні насіння на 1 см, а мінімальна (15,7 см) – при глибині понад 4 см.

4. Встановлено, залежність кількості листків у рослин тифону від глибини загортання насіння для сортів Фітопал та Оракам. Максимальна листкова маса спостерігається при загортанні на 1 см – у середньому 12 листків у сорту Фітопал і 11 листків у сорту Оракам.

5. Найбільша площа листкової поверхні у сорту Фітопал зафіксована при загортанні насіння на 1 см – 120,5 см², що на 102% більше порівняно з варіантом >4 см (59,7 см²). Сорт Оракам має дещо менші значення, проте аналогічну тенденцію – максимальна листкова площа 115,3 см² при 1 см глибини загортання і мінімальна 56,5 см² при >4 см.

6. Вегетативна маса також найвища при загортанні насіння на мінімальну глибину – 27,8 г/рослину у Фітопала та 26,5 г/рослину у Оракама. Зі збільшенням глибини загортання насіння спостерігається поступове зменшення вегетативної маси, що свідчить про уповільнення росту та розвитку рослин.

Найнижчі показники маси зафіксовані при глибині понад 4 см – 11,1 г і 10,6 г відповідно.

7. Встановлено,що для сорту Фітопал при загортанні на 2,0–2,5 см урожайність становила 4,5 т/га, а при 3,0–3,5 см – 4,8 т/га, що на 33–37 % вище за показники при мінімальній глибині 1 см (3,2 т/га). У Оракам - найбільша врожайність 4,3 т/га була за глибини 3,0–3,5 см, що перевищує показник 1 см (2,8 т/га) на 53,6 %.

8. Сорт Фітопал показав найвищий середній урожай 4,65 т/га у межах оптимальної глибини, що на 37 % перевищує врожайність при мілкій загортанні (3,4 т/га) і на 25 % — при загортанні глибше 3,5 см (3,7 т/га). Сорт Оракам у цих же категоріях показав урожайність 4,15 т/га, 2,95 т/га та 3,2 т/га відповідно.

9. Найвища маса 1000 насінин спостерігалася при загортанні на глибину 2-2,5 см (варіант B_2) для обох сортів. Діаметр насіння варіювався у діапазоні 1,71–1,86 мм у Фітопал та 1,86–1,94 мм у сорту Оракам.

10. Найвища маса 1000 насінин спостерігалася при загортанні на глибину 2-2,5 см (варіант B_2) для обох сортів.

11. Вміст олії коливається від 31,3% до 33,0%, що також максимальний при оптимальній глибині 2 см у сорту Фітопал.

12. Найвищий приріст валової енергії (135 тис. МДж/га) та коефіцієнт енергетичної ефективності (Кее) 4,00 зафіксовані для сорту Фітопал та чистий прибуток - 117,5 тис. грн/га, що перевищує показник сорту Оракам і підтверджує його економічну перевагу.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах Правобережного Лісостепу України рекомендується вирощувати сорти тифону Фітопал та Оракам із загортанням насіння на глибину 2,5–3,0 см, що забезпечує формування оптимальних умов для проростання і розвитку рослин, формування продуктивності. За такої глибини висіву досягається урожайність 4,3–4,8 т/га**,** чистий прибуток до 117,5 тис. грн/га та рівень рентабельності 420–440%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ortiz, Rodomiro, et al. "Oil crops for the future." *Current Opinion in Plant Biology* 56 (2020): 181-189.

2. Koch, D. W., Ernst Jr. F. C., Leonard N. R. Lamb performance on extended-season grazing of tyfon. *Journal of animal science*. 1987. Vol. 64. P. 1275–1279

3. Johnston, Adrian M., et al. "Oilseed crops for semiarid cropping systems in the northern Great Plains." *Agronomy Journal* 94.2 (2002): 231-240.

4. Царук І.В. Тифон у органічному землеробстві : матеріали *Всеукраїнської науково-практична конференції «Сучасний стан та перспективи аграрної сфери в Україні*» (м. Ніжин, 26 листопада 2020 р.). 2020. С. 237

5. Vollmann, Johann, and Istvan Rajcan. "Oil crop breeding and genetics." *Oil crops*. New York, NY*: Springer New York*, 2009. 1-30.

6. Fröhlich, A., and B. Rice. "Evaluation of Camelina sativa oil as a feedstock for biodiesel production." *Industrial crops and products* 21.1 (2005): 25-31.

7. Koch D.W., Ernst JrF.C., Leonard N.R. Lamb performance on extended-season grazing of tyfon. *Journal of animal science*. 1987. Vol. 64. P. 1275–1279.

8. Diepenbrock, Wulf. "Yield analysis of winter oilseed rape (Brassica napus L.): a review." *Field crops research* 67.1 (2000): 35-49.

9. Sumathi, S., S. P. Chai, and A. R. Mohamed. "Utilization of oil palm as a source of renewable energy in Malaysia." *Renewable and sustainable energy reviews* 12.9 (2008): 2404-2421.

10. Гур'Єва, Ірина Геннадіївна, Вікторія Сергіївна Кисличенко, and Віктор Іванович Гноєвий. "Тифон як цінна кормова культура та перспективне джерело біологічно активних речовин." *ScienceRise* 10.4 (15) (2015): 19-23.

11. Kumar, Ashwani, and Satyawati Sharma. "Potential non-edible oil resources as biodiesel feedstock: an Indian perspective." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15.4 (2011): 1791-1800.

12. Ruiz-Lopez, Noemi, et al. "Successful high-level accumulation of fish oil omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in a transgenic oilseed crop." *The Plant Journal* 77.2 (2014): 198-208.

13. Гур'єва І.Г., Кисличенко В.С., Гноєвий В.І. Тифон як цінна кормова куль- тура та перспективне джерело біологічно активних речовин. *ScienceRise*. 2015. № 10/4(15). С. 19–23.

14. Barcelos, Edson, et al. "Oil palm natural diversity and the potential for yield improvement." *Frontiers in plant science* 6 (2015): 190.

15. Gui, Meei Mei, Keat Teong Lee, and Subhash Bhatia. "Feasibility of edible oil vs. non-edible oil vs. waste edible oil as biodiesel feedstock." *Energy* 33.11 (2008): 1646-1653.

16. Царук І.В. Значення тифону в кормовиробництві : матеріали *Міжнародної науково-практичної конференції «Сталий інноваційно-креативний розвиток соціальноекономічних систем*» (м. Бережани, 21 жовтня 2019 р.). 2019. С. 55.

17. Angelova, Violina, Radka Ivanova, and K. Ivanov. "Heavy metal accumulation and distribution in oil crops." *Communications in soil science and plant analysis* 35.17-18 (2004): 2551-2566.

18. Murphy, Denis J. "Engineering oil production in rapeseed and other oil crops." *Trends in Biotechnology* 14.6 (1996): 206-213.

19. Рахметов Д.Б. Науково-інноваційний потенціал мобілізації та використання нових рослинних ресурсів. *Вісник НАН України*. 2017. № 1. С. 73–81.

20. Johnston, Adrian M., et al. "Oilseed crops for semiarid cropping systems in the northern Great Plains." *Agronomy Journal* 94.2 (2002): 231-240.

21. Tsaruk, Illia Volodymyrovych, et al. "Ecological characteristics of productivity formation in winter Brassicaceae crops under different fertilization rates." *Ecological Engineering & Environmental Technology* 26.7 (2025): 384-391.

22. Dyer, John M., et al. "High-value oils from plants." *The Plant Journal* 54.4 (2008): 640-655.

23. Рахметов Д.Б., Рахметова С.О. Підсумки інтродукції та селекції тифону (BRASSICA RAPA L. × B. CAMPESTRIS F. BIENNIS DC.) у

Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України. *Інтродукція рослин*. 2015. № 4. С. 18–30.

24. Gressel, Jonathan. "Transgenics are imperative for biofuel crops." *Plant science* 174.3 (2008): 246-263.

25. Reid R. L., Puoli J. R., Jung G. A., Cox-Ganser J. M. Evaluation of Brassica in grazing systems for sheep: I. *Quality of forage and animal performance*. Science. gov (United States)/ 2012. URL : http://worldwidescience.org/topicpages/h/hybrid+brassica+rapa.html.

26. Kumar, Ashwani, and Satyawati Sharma. "An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (Jatropha curcas L.): a review." *Industrial crops and products* 28.1 (2008): 1-10.

27. Cox-Ganser J. M., Pushkin G. A., Reid R. L. Evaluation of Brassica in grazing systems for sheep: II. Blood composition and nutrient status. *Science. gov (United States)*. 2012. URL : http://extension.umass.edu/ cdle/fact-sheets/brassica-fodder-crops-fall-grazing.

28. Syrovatko, K. M. "Influence of quality of silage from rye and typhon mixture on milr productivity of cows." *Аграрна наука і харчові технології: зб. наук. пр. ВНАУ.-Вінниця, 2019.-Вип. 1 (104).-С. 65-73.*

29. Kolte, S. J. *Diseases of annual edible oilseed crops: Volume II: rapeseed-mustard and sesame diseases*. CRC press, 2018.

30. Тифон – справжня знахідка для фермера. *Аграрник.* URL: http://agrarnik.com.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=3095:tifonspravzhnya-znakhidka-dlya-fermera&|temid=434.

31. Sonnad, J. S., et al. "Growth analysis of oilseed crops in India during pre and post-WTO periods." *Karnataka Journal of Agricultural Sciences* 24.2 (2011).

32. Блюм Р.Я. та ін. Порівняльна оцінка жирнокислотного складу олій насіння форм та сортів тифону, редьки олійної і рижію як перспективної сировини для отримання біодизелю. *Фактори експериментальної еволюції організмів.* 2016. Т. 18. С. 61–66.

33. Harwood, John L., et al. "Modification of oil crops to produce fatty acids for industrial applications." *Fatty acids*. AOCS Press, 2017. 187-236.

34. Jankowski, Krzysztof Józef, Wojciech Stefan Budzyński, and Łukasz Kijewski. "An analysis of energy efficiency in the production of oilseed crops of the family Brassicaceae in Poland." *Energy* 81 (2015): 674-681.

35. Гіска В. Економічний тифон / The ukrainian Farmer. К. : ТОВ «АГП Медіа», 2011. № 8. С. 52–53.

36. Рахметов Д.Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні. Київ : Аграр Медіа Груп, 2011. 398 с.

37. Lu, Chaofu, and Jinling Kang. "Generation of transgenic plants of a potential oilseed crop Camelina sativa by Agrobacterium-mediated transformation." *Plant cell reports* 27.2 (2008): 273-278.

38. ISTA. *International Rules for Seed Testing*. Zurich: International Seed Testing Association, 2023. 120 p.

39. Ellis R.H., Roberts E.H. *The Quantitative Analysis of Seed Germination*. London: Chapman & Hall, 1981. 236 p.

40. Peters J., et al. *Seed Viability Testing Using Tetrazolium*. Seed Science Research, 2000; 10: 1–13.

41. ISTA. *Seed Moisture Determination Methods*. Zurich: ISTA, 2023. 85 p.

42. BBCH Monograph. *Phenological Growth Stages of Plants*. Germany: Federal Biological Research Center for Agriculture and Forestry, 1997. 97 p.

43. Ranal M.A., Santana D.G. *How and Why to Measure Seed Germination*. Revista Brasileira de Botânica, 2006; 29(1): 1–11.

44. AOAC. *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 21st edition. Gaithersburg: AOAC International, 2019. 1234 p.

45. Gomez K.A., Gomez A.A. *Statistical Procedures for Agricultural Research*, 2nd Edition. New York: Wiley, 1984. 680 p.

46. Жуйков, О. Г., and Г. Є. Жуйков. "Еколого-економічне обгрунтування введення альтернативних культур олійного напряму в агрофітоценози південного степу." *Бізнес-навігатор* 2 (2013): 303-310.

47. Завитій, О. П., and Т. В. Дідоренко. "Український ринок зернових і технічних культур в контексті перспектив розвитку аграрного сектору

економіки." *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Економічні науки* 24 (3) (2016): 58-67.

48. Чехова, І. "Світовий ринок олійних культур і місце України в ньому." *Вісник аграрної науки* 95.9 (2017): 71-77.

49. Юрчук, Н. П., І. С. Воронецька, and І. І. Петриченко. *Стан та тенденції світового ринку шротів олійних культур*. Diss. Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України, 2023.

50. Тулуш, Л. Д., and Д. Ю. Грищенко. "Фіскальне регулювання розвитку ринку олійних культур в Україні." *Економіка АПК* 5 (2018): 63-76.

51. Закон України «Про охорону праці»: за станом на 1 лип. 2024 р. Верховна Рада України. Київ : Парлам. вид-во, 2024. 52 с.

52. ДСТУ ISO 45001:2019. Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 56 с.

53. Національна стратегія з безпеки та гігієни праці на період до 2028 року : Розпорядження КМУ від 12.05.2023 № 403-р. Київ: Кабінет Міністрів України, 2023. 18 с.

54. Кононенко, О. В. Охорона праці в галузі: навч. посіб. Київ : Кондор, 2021. 312 с.

55. Чередніченко, О. М. Охорона праці та безпека життєдіяльності: підручник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. 415 с.

56. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»: станом на 1 січ. 2024 р. Верховна Рада України. Київ: Парлам. вид-во, 2024. 68 с.

57. Національна стратегія управління довкіллям до 2030 року: Розпорядження КМУ від 15.03.2022 № 180-р. Київ: Кабінет Міністрів України, 2022. 24 с.

58. Грищенко, С. В. Екологія та охорона довкілля : навч. посіб. Київ : КНТ, 2021. 288 с.

59. Паламарчук, О. М. Збереження природних ресурсів та охорона навколишнього середовища : підручник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. 312 с.

ДОДАТКИ