МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра рослинництва

Допущено до захисту

«____» _____ 2024 р.

Зав. кафедри, к. с.–г. наук, доцент

_____ Віталій КРАВЧЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ступеня вищої освіти магістр

ПРОДУКТИВНІСТЬ СИДЕРАЛЬНИХ КУЛЬТУР В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 23 м-а
спеціальності 201 Агрономія
КРАВЕЦЬ Сергій Олександрович

Керівник: ВИШНЕВСЬКА Леся, к. с.-г. н., доцент

Умань – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП			4
РОЗДІЛ 1.	ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СИДЕРАТІВ В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ) …….…		6
РОЗДІЛ 2.	ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ ……		15
РОЗДІЛ 3.	УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....		16
	3.1.	Характеристика ґрунту під дослідом……	16
	3.2.	Кліматичні та погодні умови…….	17
	3.3.	Схема досліду та розміщення варіантів……..	21
	3.4.	Програма досліджень і методика їх проведення	22
	3.5.	Агротехніка на дослідному полі …….	
РОЗДІЛ 4.	ВПЛИВ СИДЕРАЛЬНИХ КУЛЬТУР НА ПОКАЗНИКИ АГРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТУ ……..		25
	4.1.	Ріст, розвиток та вегетативна маса сидеральних культур в умовах **Помилка! Закладку не визначено.**інтенсивного землеробства…….	25
	4.2.	Формування урожаю сільськогосподарських культур, вирощених після сидератів ……..	
	4.3	Поживна цінність та екологічна безпека рослинницької продукції, вирощеної після сидератів	34
РОЗДІЛ 5.	БІОЕНЕРГЕТИЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ СИДЕРАТІВ В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ……		42
РОЗДІЛ 6.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА		50
	6.1. Моделювання виробничих небезпек під час вирощування сидератів……		50

	6.2. Охорона навколишнього природного середовища при вирощуванні сидератів	52
ВИСНОВКИ.....		54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		57
ДОДАТКИ.....		64

ВСТУП

Актуальність теми. Антропогенний вплив на ґрунти спричинює їх деградацію, призводить до зниження продуктивності сільськогосподарських угідь. В Україні екологічні наслідки деградації ґрунтів і погіршення їх якості особливо загострились у сучасний період внаслідок використання земель як єдиного засобу існування в умовах виживання за рахунок природної родючості ґрунтів, без компенсації її витрат. Висока продуктивність угідь у цьому випадку забезпечується внесенням високих норм мінеральних добрив та пестицидів.

Склалась ситуація, коли інтенсивне застосування важкої техніки при обробітку ґрунту, внесення пестицидів і мінеральних добрив, хімічних препаратів порушують природні закони еволюції. Порушилась саморегуляція в живій природі, що послабило самозахист рослин, тварин і людини.

Тривалий час чинником відновлення і стабілізації агроекологічного стану ґрунтів, а відтак і фактором поліпшення якості вирощеної на них продукції, було внесення органічних добрив у вигляді гною. В сучасних умовах унаслідок відсутності тваринницької галузі вирішити дану проблему внесенням гною нереально. Тому одним із найважливіших способів відновлення таких ґрунтів може бути максимальне повернення у грунт рослинної маси культур, що не використовується для господарського виробництва та їх відходів. Такими речовинами можуть бути сидерати, а також побічна продукція рослинництва у вигляді стерні, соломи, стебел, бадилля та ін. Питання впливу даних органічних речовин на продуктивність посівів наступних культур у сівозміні вивчена на достатньому рівні Артеменком В. (2003), Бердніковим О.М. (2004), Макаровою Г.А. (2008), Господаренком Г.М. (2012-2016), Разановим С.Ф. (2020) та іншими.

В той же час зміна показників агроекологічного стану ґрунту, зокрема вмісту у ньому поживних речовин, кислотності, важких металів та інших токсикантів, а також вплив сидератів та відходів рослинництва на якість та екологічну безпечність вирощеної продукції вивчена недостатньо, що і визначає актуальність вибраної теми.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Кваліфікаційна робота є складовою частиною наукових досліджень Уманського НУС та кафедри рослинництва «Розробка технологій вирощування польових і кормових культур у системі органо-біологічного рослинництва».

Наукова новизна одержаних даних. Розроблені заходи використання падалишніх сидератів, що сприяють підвищенню родючості грунту, збільшенню урожайності наступних культур у сівозміні, поліпшенню якості одержаного урожаю із зниженим вмістом у ньому важких металів свинцю, кадмію, міді та цинку і зменшенні коефіцієнта їх накопичення зерном та насінням.

Практичне значення отриманих результатів. Цінність отриманих наукових результатів полягає в тому, що теоретичні та практичні положення дисертації зорієнтовані на вирішення актуальних завдань – підвищення агроекологічного стану ґрунту, урожайності, поживної цінності та екологічної безпеки рослинницької продукції за рахунок вирощування сидератів, а також повного використання побічної продукції рослинництва. Розроблені наукові положення логічно доведено до рівня конкретних пропозицій, придатних для впровадження в практику.

Апробація результатів досліджень. Основні результати наукових досліджень доповідалися та обговорювалися на Всеукраїнській студентській науковій конференції.

РОЗДІЛ 1

ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СИДЕРАТІВ В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВАПомилка! Закладку не визначено. (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Актуальність і значущість проблеми відтворення родючості ґрунтів у сільськогосподарському виробництві зумовлені гострою суперечністю між необхідністю забезпечувати сталий розвиток аграрного сектору економіки та інтенсивним розвитком ґрунтово-деградаційних процесів, що унеможливлюють стале відтворення родючості ґрунтів. Головною причиною такої ситуації є домінування незбалансованої дефіцитної системи землеробства в Україні, через що найродючіші у світі чорноземи перетворилися на ґрунти із середнім рівнем родючості й продовжують погіршуватися, а врожаї останніх років здебільшого є результатом зниження природної родючості та збіднення її потенційної частини [1-3].

У сільському господарстві України 79% прибутку одержують за рахунок природної родючості і лише 21% є результатом запровадження технологій. Разом з цим відбувається «екологічне проїдання» прибутку, оскільки збитки від зниження родючості ґрунтів є близькими, а в окремі роки вищими за прибуток від реалізації продукції аграрними підприємствами України. Так, у 2010 р. з 18,5 млн. га ріллі, на якій вирощували основні групи культур, безповоротно втрачено 2,38 млн. т азоту, фосфору та калію на суму понад 16,3 млрд. грн. Проте це лише вартість добрив, і не враховано витрати на їх застосування. Згідно з іншими даними щорічні економічні витрати від недобору продукції через ерозію ґрунтів загалом по Україні оцінюють у 1,5 млрд. доларів США, а разом зі здійсненими витратами – близько 2 млрд. доларів [4, 5].

Для припинення зазначених негативних процесів необхідно ширше використовувати природні шляхи відновлення та поповнення запасів органічної

речовини у грунті, завдяки чому не лише припиняться деградаційні процеси у ґрунтах, але й підвищиться урожайність вирощуваних на них рослин та знизяться затрати на їх вирощування. В умовах нестачі органічних добрив у вигляді гною, акцент має робитися на зелені добрива – сидерати [6].

Зелені добрива (сидерати) – свіжа рослинна маса спеціально вирощуваних культур, частково або повністю зароблена в ґрунт для підвищення його родючості й поліпшення живлення наступних рослин азотом та іншими елементами. Ці культури називають сидератами, а сам захід – сидерацією, тобто під зеленим добривом розуміють заробляння у ґрунт ще не змертвілої зеленої соковитої біомаси рослин, багатої на цукри, крохмаль, білок та азот, а також їх коріння, яке ще функціонувало на час обробітку ґрунту. Це принципово відрізняє зелене добриво від зароблення у ґрунт інших органічних добрив як сухих (солома), так і частково розкладених (гній) [7-10].

«Сидерація» як і «зелене добриво» досить умовні назви; у першому з них відображається роль сонячного променя (sidereus – що має відношення до небесних світил), а в другому – роль хлорофілоносних зелених органів рослин та захід із приорювання зеленої маси в ґрунт, що також називається зеленим угноєнням [11].

В англомовній літературі більш поширеним є термін «покривні культури». Під ним розуміють культури, які вирощують перш за все для створення рослинного покриву незалежно від того, чи буде рослинна маса в майбутньому зароблятися у ґрунт як органічне зелене добриво, чи залишатиметься на поверхні ґрунту у вигляді рослинних решток. Значимість їхнього застосування залежатиме від правильно визначеного основного завдання, яке потрібно вирішити за рахунок вирощуваних покривних культур та обґрунтованого їх підбору для цієї мети [12-15]. Щодо термінів «зелене добриво», «сидеральне добриво», в якості яких можуть бути використані покривні культури, то вони однаково трактуються в нашій і англомовній науковій літературі.

Також використання кормових та сидеральних культур для створення сприятливих умов розвитку однієї або групи культур у біологізованій системі землеробства називають «середовищеполіпшенням», а самі рослини, які вирощуються з цією метою – «середовищеполіпшувальними культурами», «середовищеполіпшувальними кормовими культурами» та «середовищеполіпшувальними сидеральними культурами» [16].

Сидерати мобілізують елементи живлення нижніх шарів ґрунту і переміщують їх в орний шар. Якщо внесення гною – це повернення у ґрунт елементів живлення, що були використані рослинами для створення врожаю, то застосування зеленого добрива – це мобілізація поживних речовин із сонячної енергії, атмосфери та нижніх шарів ґрунту, які мало використовуються [17, 18].

Залежно від кількості тепла, опадів, умов місцевості, гранулометричного складу ґрунту, наявності добрив і насіння, на сидерати можна висівати такі культури: бобові – люпин багаторічний і однорічний, буркун білий і жовтий, сераделу, вику озиму та яру, пелюшку, горох тощо; злакові – жито озиме, пшеницю, ячмінь, райграс, а також підсівні злакові та бобові багаторічні трави, використовуючи перший укіс на корм худобі, а отаву – на добриво. За наявності азотних добрив перспективно для сидерації використовувати капустяні культури (ріпак озимий та ярий, суріпицю озиму та яру, редьку олійну, гірчицу білу, перко), фацелію, кормовий горох та інших швидкорослі культури та їх суміші. В якості сидеральних культур можуть знайти застосування астрагал, маш, чина, пажитниця, люцерна, еспарцет, сочевиця, боби кінські, язвенник, шабдар, берс, соя, житняк, пайза, суданська трава та багато інших [19-24].

У Німеччині серед культур на зелене добриво надають перевагу бобовим (конюшина лучна, пасовищна, гібридна, інкарнатна, перська, олександрійська), зернобобовим (люпин, серадела, вика озима та яра, боби кормові, горох польовий), тонконоговим (райграси уельський, німецький, гібридний, однорічний),

капустяним (ріпак ярий та озимий, редька олійна, гірчиця, суріпиця озима та яра), фацелії та ін [25].

Заслуговує на увагу використання ароматичних рослин в якості зеленого добрива: *Tagetes L.*(чорнобривці), *Calendula L.* (нагідки), *Mentha L.* (м'ята), *Geranium L* [26].

Сидерацію потрібно запроваджувати з відповідною алелопатичною узгодженістю між культурами. Ефективність її значно зростає, коли сумішки складаються з правильно підібраних культур, як-от: гірчиця + ріпак ярий; еспарцет + райграс однорічний; овес + вика + гірчиця; вика + овес; солома попередника + гірчиця; солома + редька олійна тощо [27].

Дуже популярними є суміші озимих – вики і жита, ярих – вики і вівса, гороху і вівса, пелюшки і кормових бобів, вики ярої, пелюшки й ріпаку.

Потрібно не забувати про санітарний розрив між попередниками рослин на зелене добриво та наступними культурами. Так, капустяні сидерати не можна розміщувати після інших культур цієї родини, ріпаку, буряків цукрових та льону олійного, які мають спільні шкідники і хвороби, а також після соняшнику. Не слід включати бобові в сівозміни з горохом і соєю, багаторічні трави з колосовими та просапними (враховуючи ефекти висушування ґрунту).

Проте насичені зерновими сівозміни доречно розбивати посівами буркуну або гірчиці білої для боротьби з кореневими гнилями та поліпшення біорізноманіття у структурі посівів [28-30].

Ґрунтово-кліматичні умови України дають змогу висівати на зелене добриво велику кількість культур. У регіонах з достатнім зволоженням слід висівати люпин, конюшину, вико-вівсяні суміші, райграс, капустяні культури; у більш посушливих умовах – вико-житню, вико-вівсяну та горохово-вівсяну суміші, горох, буркун, еспарцет [31].

На бідних піщаних ґрунтах добре ростуть дуже вимогливі до вологи серадела, люпин та фацелія. Карбонатні ґрунти добре витримують лише люпин білий та буркун. Для бідних ґрунтів із надмірною кислотністю підходять тонконогові – жито озиме та його різновиди (зеленоукісне, багаторічне), овес, райграс. Капустяні потребують зв'язаніших і родючіших ґрунтів (окрім відносно невибагливої редьки олійної) [32].

Одним з основних стримуючих чинників широкого впровадження покривних культур є проблема у вологозабезпеченості ґрунтів. Негативна роль зелених добрив може проявлятися через те, що за надлишкового використання вологи проміжними культурами її може не вистачити для основної культури, що негативно впливає на урожайність останньої. Тому післяжнивні сидеральні культури рекомендується застосовувати у регіонах з кількістю опадів не менше 600 мм за рік [33].

Найскладніші умови для сидератів складаються за їх вирощування у післяжнивний період (липень-серпень), який характеризується найбільшим дефіцитом вологи в Україні. Її запаси в шарі 0-10 см на чорноземах Центрального Лісостепу становлять 3-8 мм. Аби не допустити повного випаровування вологи з призначеного під сидерати ґрунту, треба разом зі збиранням озимини, і, як виняток – через один день після збирання, застосувати поверхневий обробіток ґрунту, що складається з дискування на 5-6 см, боронування та прикотковування поверхні котками [34-36].

Дослідження, проведені на Хмельницькій державній сільськогосподарській дослідній станції дали можливість розробити спосіб зниження впливу погодних умов на продуктивність культур п'ятипільної зернової сівозміни за рахунок післяжнивних посівів гірчиця білої на зелене добриво. В екстремально посушливі періоди вирощування зернових у цій сівозміні під впливом зароблених у ґрунт сидератів запаси продуктивної вологи у верхньому шарі (0-40 см) ґрунту були на 15-25 % вищими [37].

Азот у зеленій масі заораних у ґрунт рослин міститься переважно у формі білкових сполук. У процесі її мінералізації спочатку відбувається амоніфікація, потім нітрифікація, й азот зелених добрив переходить у сполуки, доступні для живлення рослин [38].

Відповідно до Державного класифікатора України, класифікатор відходів ДК 005-96 зазначає, що відходи виробництва зернових культур належать до відходів рослинництва та включають солому, стерню, полову та інші непродуктивні відходи вирощування зернових, технічних, овочевих та інших культур [39]. Тому при розгляді поняття соломи, полови, стерні, які залишилися після збирання зерна та використані для поповнення запасів поживних речовин у грунті, нами використовується термін «відходи рослинництва».

Одним із визначальних чинників, що впливає не лише на родючість ґрунту, а й на рівень урожайності сільськогосподарських культур та якість одержаної продукції, є вміст у ґрунтах органічної речовини – гумусу. Його вміст у ґрунті залежить від кількості надходження органічної маси у вигляді гною, сидератів, рослинних кореневих, стерньових і стеблових решток [40].

Основними джерелами надходження органіки в ґрунт впродовж тривалого часу були органічні добрива. Але різке скорочення тваринництва в Україні у 21 столітті зумовило стійку нестачу органічних добрив навіть для простого відтворення втрат гумусу, що був мінералізований для потреб рослин [40].

Через нестачу органіки почалась дегуміфікація ґрунтів та погіршення їх агрономічних властивостей. Так, за даними ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», частка площ, оброблених органічними добривами, сьогодні становить 1,1 %. Тому за останні 20 років вміст гумусу в ґрунтах в середньому по Україні зменшився на 0,22 % [41].

Крім різкого зменшення вмісту гумусу у ґрунтах України спостерігається їх збіднення на основні мінеральні макроелементи: азот, фосфор, калій. За останні 15

років вміст рухомого фосфору і обмінного калію зменшився відповідно на 1,2 та 1,4 мг/100 г ґрунту [42].

Тому, в умовах дефіциту органічних добрив на перший план мають виходити альтернативні джерела поповнення органічної речовини ґрунту, такі як сидерати і відходи рослинництва.

Побічна продукція, подрібнена комбайнами та рівномірно розкидана полем, прискорює інфільтрацію вологи у ґрунті, зменшує поверхневий стік, пригальмовує швидкість вітру біля поверхні поля, знижує температуру грунту і цим зменшує втрати вологи на випаровування, бере на себе кінетичну енергію дощових краплин, запобігає запливанню грунту й утворенню поверхневої кірки, послаблює ерозію і, що не менш важливо, поглинає залишковий, не використаний для формування врожаю, азот, запобігаючи його втратам і забрудненню грунтових вод [43-46].

Систематичне використання соломи, як органічного добрива, пожвавлює життєдіяльність мікрофлори грунту та інтенсивність її дихання. Це, у свою чергу, сприяє поліпшенню поживного режиму грунту. Внесення соломи – матеріалу, що багатий на вуглець та бідний на азот (із широким відношенням C : N, що дорівнює 80-100), зумовлює закріплення легкодоступного азоту в ґрунті, завдяки посиленню мікробіологічної діяльності, та зниження врожайності наступної культури [47, 48].

Основним джерелом нагромадження органіки в орних ґрунтах є культурні рослини – їхні кореневі та післязбиральні рештки. Нагромадження органічної речовини у ґрунті відбувається уже під час вегетації рослин за рахунок регенерації кореневої системи, кореневих виділень і посиленої діяльності мікроорганізмів [49].

Слід зазначити, що рослинні рештки містять значну кількість елементів живлення, які можуть використовувати наступні культури сівозміни. За даними дослідників, з рештками різних культур у ґрунт повертається (від загальної кількості їх в урожаї) від 27 до 60,5% азоту, 18,5-51,7% фосфору, 16,7-48,1% калію, 27,6-54% кальцію [50].

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Гібрид кукурудзи Лелека МВ ФАО 290 – середньоранній зубовидний зерновий гібрид з потенційною урожайністю 13-14 т/га. Висота рослини 260280 см, висота кріплення качана – 90-95 см. Вміст білка 9,8-10,2%, маса тисячі зерен – 280-290 г. Кількість листків 16-17 шт.. Довжина качана 25-26 см. Вихід зерна 84-86%. Стрижень качана червоний. Тривалість періоду сходи-повна стиглість складає 112-114 діб. Початковий ріст швидкий. Гібрид високостійкий до летючої і пухирчастої сажки, стеблових гнилей, кукурудзяного метелика, до вилягання та до поникання качанів.

Гівбрид соняшнику Фаворит – середньоранній високоолійний гібрид з потенційною урожайністю 4,5-5,2 т/га. Висота рослин становить 170-180 см, діаметр кошика 19-22 см, маса тисячі зерне 65-70 г, вміст олії – 50-52%. Вегетаційний період складає 116-120 днів. Стійкість до вилягання – 8 балів. Стійкий до вовчка рас А – Е. Толерантність до несправжньої борошняної роси – 8 балів.

РОЗДІЛ 3
УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Характеристика ґрунту під дослідом

Ефективність сидеральних культур для підвищення урожайності, якості та екологічної безпеки вирощуваних культур після них залежить від грунтовокліматичних умов. Вивчивши грунтово-кліматичні умови тієї території, де вирощується сидерат та наступна культура, можна пояснити ряд особливостей не тільки росту і розвитку, але й потенційні можливості її в даному регіоні, а також показники якості та екологічної безпеки одержаної продукції.

Рельєф провінції Лісостепу правобережного переважно рівнинний, проте трапляються хвилясті території. У західній частині Лісостепу правобережного простягається Волино-Подільська височина, що на схід поступово переходить у Дніпровські тераси. Внаслідок таких особливостей рельєфу, орні землі у правобережному Лісостепу суттєво зазнають водної ерозії [51]. Грунтотвірними породами Лісостепу правобережного виступають лес і лесовидні суглинки. Грунтові води на більшій частині провінції залягають на глибині 10-15 м, а на терасах річок – 5-10 м, у пониженнях – 2,5-3 м.

Ступінь родючості грунтів у значній мірі залежить від його механічного складу. В Лісостепу правобережному переважають суглинкові грунти: на півночі – легко- і середньо-, а на півдні – важкосуглинкові. Ґрунтовий покрив Лісостепу правобережному переважно однорідний. Найбільш поширеними є сірі опідзолені грунти та чорноземи.

Сірі опідзолені грунти належать до малородючих. Вміст гумусу в цих грунтах невисокий – 2,0-2,5%. Гумусовий горизонти неглибокий, тому запаси його невисокі – 150-200 т/га. Реакція ґрунтового розчину кисла $pH_{сол}$ 4,5-5,5, гідролітична кислотність висока – 2,5-4,0 мг-екв./100г грунту, ступінь насиченості основами –

70-80%. Сума ввібраних основ – 12-14 мгекв./100г грунту [52]. Сірі опідзолені грунти бідні на легкодоступний азот – 3,4-4,5 мг/100 г, рухомий фосфор – 10-15 мг/100 г, та обмінний калій – 10 15 мг/100 г.

Вони безструктурні, запливають і утворюють кірку.

Чорноземи належать до високо родючих грунтів. Вміст гумусу в них становить 3-6%, реакція ґрунтового розчину нейтральна та близька до нейтральної – pH 5,8-7, гідролітична кислотність сприятлива – 1-3 мгекв./100 г грунту, ступінь насичення основами висока. Чорноземи мають вищий, ніж в сірих опідзолених грунтах, вміст легкогідролізованого азоту, рухомого фосфору та обмінного калію [52]. Воднофізичні властивості чорноземів більш сприятливі, тому вони забезпечують добру водопроникливість і вологоємкість.

Агрохімічний склад грунтів дослідної ділянки характеризувався такими показниками: вміст гумусу – 2,3%, азоту лужногідролізованого – 118 мг/кг, фосфору рухомого – 622 мг/кг, калію обмінного – 156 мг/кг, реакція грунтового розчину – 6,05 pH, гідролітична кислотність – 1,60 мгекв./100 г, сума ввібраних основ – 17,5 мг-екв./100 г. Вміст рухомих форм важких металів: свинцю – 1,06 мг/кг, кадмію – 0,18 мг/кг, міді – 0,42 мг/кг, цинку – 1,13 мг/кг.

3.2. Кліматичні та погодні умови

Клімат Лісостепу правобережного помірно-континентальний з тривалим і теплим літом та короткою помірно-холодною зимою. Середньорічна температура повітря становить 7,0 °С, найнижча середньомісячня температура зимою складає мінус 6,0 °С, а найвища – літом – 18,0 °С. Найнижча температура становить мінус 38 °С, зимою спостерігаються тривалі інтенсивні відлиги. Літо характеризується високими сталими температурами. Найвища температура сягає 38 °С (табл. 1).

Таблиця 1.

Кліматичні показники Лісостепу правобережного (за Півошенко І.М., 1997)

Показник	Величина
Середньорічна температура повітря, °С	7,0
Абсолютний мінімум температури повітря, °С	– 38
Абсолютний максимум температури повітря, °С	38
Середньорічна температура грунту, °С	8,4
Середня глибина промерзання грунту, м	0,4
Середньорічна кількість опадів, мм	580 – 630
Сума опадів за вегетаційний період, мм	432
Середня висота снігового покриву, см	16
Тривалість сонячного сяйва за рік, год.	889 –1975
Переважаючі вітри	Зх., Пд., Пн.-Зх.
Середня швидкість вітру, м/с	1,7 – 3,3

За багаторічними метеорологічними спостереженнями перехід середньодобової температури через +5°С весною у Лісостепу правобережному відбувається на початку квітня, а восени – у кінці жовтня – на початку листопада. Таким чином, тривалість вегетаційного періоду становить близько 200-205 діб [53]. Перші приморозки на поверхні грунту спостерігаються в кінці вересня, останні заморозки на грунті – в середині травня. Середньорічна температура грунту становить 8,4°С.

Середньорічна сума опадів складає 580-630 мм, за вегетаційний період випадає близько 432 мм опадів. Найбільше вологи випадає літом – 80-90 м/міс, найменше – зимою – 30-35 мм/міс.

У Лісостепу правобережному часто трапляються посушливі періоди. У середньому за рік спостерігається 4 бездощові та з неефективними опадами періоди тривалістю до 10 діб, 2 періоди тривалістю до 15 діб, 1 – до 20 діб та кожні 2 роки тривалістю понад 25 діб. Кожен третій – четвертий дощ у червні – липні має

зливовий характер, тому значна частина вологи стікає в низини, розвиваються ерозійні процеси, а на поверхні грунту утворюється кірка [53].

Сніговий покрив неглибокий і нестійкий. Він з'являється в грудні, а у березні зникає. Запас продуктивної вологи на період проростання сидератів становить 130-140 мм [53].

За умовами зволоження провінція Лісостеп правобережний ділиться на три підзони: достатнього, нестійкого та недостатнього зволоження. Північнозахідна частина провінції належить до підзони достатнього зволоження з річною кількістю опадів понад 600 мм. Тут водний режим грунту здебільшого сприятливий. Центральна частина – до нестійкого зволоження з опадами до 600 мм за рік і південна – до недостатнього, де 30-37% років бувають з опадами менше 400 мм за рік.

Найвища середньомісячна вологість повітря спостерігається зимою – 85-90%, найменша – у травні – 66% [53]. Волога з поверхні грунту випаровується у помірній кількості – 5-40 м³/га за добу, але часто бувають посушливі періоди, які негативно впливають на ріст рослин.

У цілому Лісостеп правобережний характеризується помірно-теплим і вологим кліматом, що є сприятливим для росту і розвитку сидератів та формування ними достатньої вегетативної маси.

За період досліджень було проведено спостереження та аналіз погодних умов (табл. 2).

Середня річна температура повітря у 2021 році виявилася на 2,7°С вищою за багаторічний показник, адже майже для всіх місяців року характерним було перевищення норми середніх місячних температур.

Кількість опадів протягом вегетаційного періоду становила 316 мм, при цьому найбільшою кількістю опадів характеризувалися перша та друга декади травня (126,6 мм), а найменшою – весь серпень місяць (9 мм).

Таблиця 2

Погодні умови в роки проведення досліджень

Показники	Багаторічний показник	Роки досліджень		
		2022	2023	2024
Середньорічна температура, °С	7,0	9,0	10,1	8,7
Середня температура впродовж вегетаційного періоду(квітеньсерпень), °С	12,4	20,9	20,4	16,3
Сума опадів за рік, мм	634	564	551	539
Сума опадів за вегетаційний період (квітень-серпень), мм	451	316	293	275

Гідротермічні умови 2023 року відрізнялися від середніх багаторічних показників. Зокрема, у квітні випала менша кількість опадів (32,7 мм) порівняно із середньобагаторічними даними. Травень характеризувався надлишком вологи, кількість опадів склала 135 мм, що більше порівняно із середніми багаторічними показниками, нижча кількість опадів спостерігалася у червні (67,9 мм), липні (29,4 мм) та серпні (28,0 мм). Загалом протягом вегетаційного періоду (квітеньсерпень) розторопші плямистої випало 293,3 мм.

У 2024 році середньорічна температура була найнижчою впродовж усіх років досліджень – 8,7 °С, але значно вища за середньо багаторічну норму. Також була найнижча середньодобова температура впродовж вегетаційного періоду – 16,3 °С. Сума опадів впродовж року також була найменшою – 539 мм, а впродовж вегетаційного періоду – 275 мм.

3.3. Схема досліду та розміщення варіантів

Дослідженнями передбачалось вивчити вплив падалишніх сидератів, що самовільно проросли після втрати урожаю сільськогосподарських культур та

дискування поля, на показники урожайності, якості продукції та її екологічної безпеки кукурудзи та соняшнику, як наступних культур у сівозміні, а також на показники родючості і агроекологічного стану грунтів та баланс поживних речовин у грунті при повному поверненні побічної продукції основних сільськогосподарських культур інтенсивного землеробства.

Експериментальну роботу виконували згідно досліду, схема якого приведена у таблиці 3.

Таблиця 3.

Програма досліду

Чинник А Сидерат	Чинник В Вирощувана культура
Пшениця озима	Кукурудза
Ячмінь ярий	Соняшник
Горох	
Ріпак озимий	
Без сидератів (контроль)	

Вивчали дію і взаємодію двох чинників: А – сидерат; В – вирощувана культура. Повторність досліду чотириразова, розміщення варіантів – систематичне багатоярусне. Посівна площа ділянки – 30 м², облікова – 25 м².

3.4. Програма досліджень і методика їх проведення

Проводили наступні спостереження, обліки та вимірювання:

- проби ґрунту відбирали з шару 0–20 см відповідно до ДСТУ ISO 10381-1:2004 [54];

- визначення вмісту в ґрунті гумусу – за методом Тюріна відповідно до ДСТУ 4289:2004 [54];

- визначення вмісту рухомих форм (після вилучення ацетатноамонійним буферним розчином pH 4,8) важких металів у ґрунті: свинцю, кадмію, міді і цинку – методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії відповідно до ДСТУ 4362:2004, ДСТУ 4770 (2, 3, 9):2007 [55];

- визначення реакції ґрунту pH сольове – іонометрично відповідно до ДСТУ ISO 10390-2001 [56];

- визначення гідролітичної кислотності – методом Каппена відповідно до ДСТУ 7537:2014 [57];

- визначення вмісту в ґрунті гідролізованого азоту – методом Корнфілда за ДСТУ 7863:2015 [58];

- визначення вмісту в ґрунті рухомих форм фосфору і калію – методами Чирикова за ДСТУ 4115-2002 [59];

- визначення суми ввібраних основ у грунті – за Каппеном-Гільковіцем;

- фенологічні спостереження за рослинами проводили окомірно на основі візуальних спостережень за настанням фаз розвитку рослин [60];

- визначення висоти рослин – у трьох повтореннях у кінці вегетації [60];

- облік густоти рослин – на визначених площадках розміром 1 $м^2$ у кінці вегетації [60];

- облік урожаю зеленої маси сидератів – суцільним способом шляхом скошування і зважування всієї зеленої маси з облікової ділянки [60];

- облік урожаю зерна і насіння – прямим комбайнуванням та послідуючим зважуванням маси [60];

Визначення біохімічних показників якості зерна та насіння:

- проби зерна та насіння відбирали відповідно до вимог ДСТУ 4117:2007;

- визначення вмісту води у рослинних зразках – способом висушування наважки рослинної маси термостатно-ваговим методом відповідно до ДСТУ 29144:2009 ISO 711-85 [60];

- визначення вмісту в зерні білка – відповідно до ДСТУ 3768:2004 [60];

- визначення вмісту сирого жиру – методом Рушковського за кількістю знежиреного залишку [60];

- визначення вмісту крохмалю у зерні кукурудзи – поляриметричним методом;

- визначення вмісту олії у насінні соняшнику – вилученням сирого жиру розчинником з наступним видаленням розчинника, висушуванням та зважуванням отриманого жиру;

- визначення валової енергії – за вмістом сирих поживних речовин з використанням відповідних енергетичних коефіцієнтів [60];

- дисперсійний та кореляційно-регресійний аналіз – на основі математичної обробки одержаних результатів на комп'ютері з використанням сучасних пакетів програм Excel, Sigma, Statistika [61];

- визначення економічної ефективності запропонованих технологій – на основі технологічних карт вирощування культур, їх урожайності та вартості затрат і продукції [62];

- визначення енергетичної ефективності запропонованих технологій – за методиками О.К. Медведовського, П.І. Іваненка та ВАСГНІЛ [63].

3.5. Агротехніка на дослідному полі

Після збирання основних культур: пшениці озимої, ячменю ярого, гороху та ріпаку озимого зразу ж провели дискування площ агрегатом трактором МТЗ-82 з дисковою бороною ДАН-2,8 на глибину 6 см з прикочувальними котками для вирівнювання і ущільнення грунту.

У пізньоосінній період провели прикочування вегетативної маси сидератів рубчастим котком ПРС-6 в агрегаті з трактором МТЗ-82. Після цього провели оранку ділянок трактором МТЗ-82 з плугом ПЛН-3-35 на глибину 23-25 см.

У ранньовесняний період провели закриття вологи боронами БЗУ-9. Перед посівом кукурудзи і соняшнику внесли комплексні мінеральні добрива нітроамофоска у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$ розкидним способом агрегатом МВД-1000. Після внесення добрив провели передпосівну культивацію культиватором КПС-4 на глибину загортання насіння. Сівбу провели сівалкою Monosem. Вирощували гібрид кукурудзи Лелека МВ ФАО 290 та соняшнику – Фаворит.

Післяпосівний догляд за посівами передбачав міжрядний обробіток культиватором: перший – стрілчастими лапами на глибину 6-8 см, а другий – з прополювальними лапами для знищення бур'янів на глибину 4-6 см; третій – з підгортанням.

На посівах кукурудзи внесли гербіцид Тітус Екстра. Діюча речовина: нікосульфурон – 500 г/кг, римсульфурон – 250 г/кг. Препаративна форма: водорозчинні гранули. Норма внесення – 40-50 г/га, розчинені у 200 л води. Двокомпонентний післясходовий гербіцид для вдосконаленого контролю однорічних і багаторічних злакових та основних дводольних бур’янів. Вносили у фазу 4-6 листків кукурудзи тракторним оприскувачем ОП-2000.

На посівах соняшнику вносили гербіцид Геліантекс. Післясходовий гербіцид для захисту від великого спектру дводольних бур’янів. Системний, діюча речовина галауксифен-метил, 68,5 г/л. Обробку проводили у фазі шести справжніх листків. Препаративна форма: концентрат суспензії. Хімічна група: арилпіколінати. Норма внесення – 0,045 л/га.

Посіви соняшнику обробляли фунгіцидом Амістар Екстра. Він містить дві діючі речовини – азоксистробін (200 г/л) і ципроконазол (80 г/л), які забезпечують надійний захист від збудників хвороб із різних класів і родів. Амістар Екстра забезпечує високу ефективність проти фомозу на 80-85%, несправжньої борошнистої роси – 85-90%, фомопсису – 70-75%, іржі – 90-95%, надійно контролює та попереджає розвиток сірої гнилі на кошику. Норма витрати

препарату – 0,75-1,0 л/га. Проводили одноразове обприскування посівів соняшнику у фазу «зірочки» – початку цвітіння дроном-безпілотником.

Збір кукурудзи та соняшнику здійснювали комбайном Джон Дір.

РОЗДІЛ 4
ВПЛИВ СИДЕРАЛЬНИХ КУЛЬТУР НА ПОКАЗНИКИ АГРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТУ

4.1. Ріст, розвиток та вегетативна маса сидеральних культур в умовах

Помилка! Закладку не визначено.**інтенсивного землеробства**

Збір основних культур, що займають найбільші посівні площі в умовах інтенсивного землеробства та потенційно можуть бути сидератами: пшениці озимої, ячменю ярого, гороху та ріпаку озимого, відбувався у різний період. Найраніше збирали ріпак озимий – 14 липня, горох – на 9 діб пізніше – 23 липня, пшеницю озиму – 29 липня, а найпізніше – ячмінь ярий – 6 серпня. Загалом період збирання культур, які потенційно можуть бути використані в якості сидератів, розтягнувся на 23 доби – з 14 липня по 6 серпня (табл. 4).

Таблиця 4.

Ріст і розвиток сидеральних культур, середнє 2023-2024 рр.

Сидерат	Календарна дата збирання культури	Тривалість періоду від збирання культури до сходів її падилиці, діб	Тривалість вегетації сидератів до їх заробки, діб	Фаза, у якій припинилася вегетація сидератів
Пшениця озима	29.07. ±3	20±3	74±3	кущення
Ячмінь ярий	06.08. ±3	23±3	63±3	кущення- вихід у трубку
Горох	23.07. ±3	25±3	75±3	бутонізація
Ріпак озимий	14.07. ±3	18±3	91±3	початок цвітіння

При збиранні культур відбувається втрата їх зерна та насіння при обмолоті або ще до збирання при осипанні насіння, розтріскуванні бобів і стручків, що потенційно може призводити, при необхідній вологості ґрунту, до їх проростання. Звичайно, після збирання урожаю можуть скластися різні погодні умови, тому проростання падалиці залежить від вологості ґрунту та потребуватиме загортання втраченого насіння у грунт. Тому зразу ж після збирання урожаю основних культур було проведене лущення стерні.

Поява сходів падалишнього насіння розпочалось у різні як календарні строки, так і через певний проміжок часу після збирання. За календарними термінами найраніше з'явились сходи насіння ріпаку озимого – 1 серпня, а найпізніше – ячменю ярого – 29 серпня. Сходи пшениці озимої та гороху з'явились практично одночасно – 17-18 серпня.

Загалом термін від збирання урожаю до появи сходів падалиці культур найкоротшим був на посівах ріпаку озимого – 18 діб, а найдовшим – гороху – 25 діб. Пояснюється це тим, що насіння ріпаку озимого дрібне та потребує значно менше вологи для проростання, ніж насіння гороху, яке, ще й до того загортається значно глибше у грунт, де не завжди є волога після літніх опадів.

Вегетація падалишніх сидератів тривала до 1 листопада. Після цього терміну відбулось дискування посіву для заробки вегетативної маси. Загалом усі досліджувані сидерати вегетували 63-91 добу. Найкоротший термін вегетації мав ячмінь ярий, проте завдяки тому, що це яра зернова культура, що має короткий період яровизації, то за цей час частина рослин досягнула фази виходу у трубку, а частина залишилася у фазі кущіння.

Рослини пшениці озимої вегетували на 11 діб довше – впродовж 74 діб. Проте озима пшениця має тривалий період яровизації, тому її вегетація припинилася у фазі кущення. Горох мав вегетаційний період до часу його дискування 75 діб. За

цей час він досягнув фази бутонізації. Найдовшою була вегетація ріпаку озимого – 91 доба. За цей час він досягнув фази початку цвітіння.

Оскільки сидеральні культури вирощували із втраченого насіння та зерна під час збирання, то, відповідно її густота на одиниці площі була нерівномірною та не однаковою. Аналіз густоти досліджуваних рослин показав, що найбільші втрати і, відповідно, найбільша густота була характерна для ріпаку озимого – 39 шт./м^2. Найменша густота серед досліджуваних сидератів була характерна для пшениці озимої – 18 шт./м^2 (табл. 5).

Таблиця 5.

Сформована біологічна маса сидеральних культур, середнє 2023-2024 рр.

Сидерат	Густота рослин, шт./м^2	Висота на період заробки, см	Надземна та підземна маса сидератів, т/га
Пшениця озима	18±4	22±4	23,1±0,03
Ячмінь ярий	26±5	28±3	23,5±0,03
Горох	31±4	49±3	29,8±0,02
Ріпак озимий	39±5	64±5	33,0±0,03
$НІР_{05}$	1	7,3	0,3

Серед сидеральних культур перед їх скошуванням найвищими були рослини ріпаку озимого – 64 см, що на час скошування перебували у фазі початку цвітіння, а найнижчими – рослини пшениці озимої – 22 см, що залишилися у фазі кущення та ячменю ярого – 28 см, що перебували у фазі початку виходу у трубку. Рослини гороху перебували у фазі бутонізації та мали відповідну висоту – 49 см.

Показники густоти та висоти падалишніх сидератів мали прямий вплив на сформовану ними біологічну массу надземної і підземної частини рослин. Зокрема найбільшу біологічну масу сформували сидерати ріпаку озимого – 33,0 т/га. Біологічна маса гороху була на 9,6% меншою, ніж ріпаку озимого і становила 29,8

т/га. Біологічна маса пшениці озимої та ячменю ярого була приблизно однаковою – 23,1-23,5 т/га, що було на 28,8-30,0 % менше, ніж надземна та підземна маси ріпаку озимого.

Отже, серед досліджуваних падаличних сидератів найбільшу біологічну масу формує ріпак озимий, що визначається найбільшою висотою і густотою рослин, найбільшою тривалістю вегетації цього виду сидеральної культури та пізньою фазою росту і розвитку ріпаку озимого, порівняно з іншими досліджуваними видами сидератів.

Серед досліджуваних величин виявлені тісні кореляційно-регресійні зв’язки. Зокрема, між тривалістю вегетаційного періоду і висотою рослин сидеральних культур перед їх загортанням у грунті виявлений сильний позитивний кореляційний зв'язок r = 0,813. Діаграма кореляційно-регресійної залежності досліджуваних чинників відображена на рис. 1.

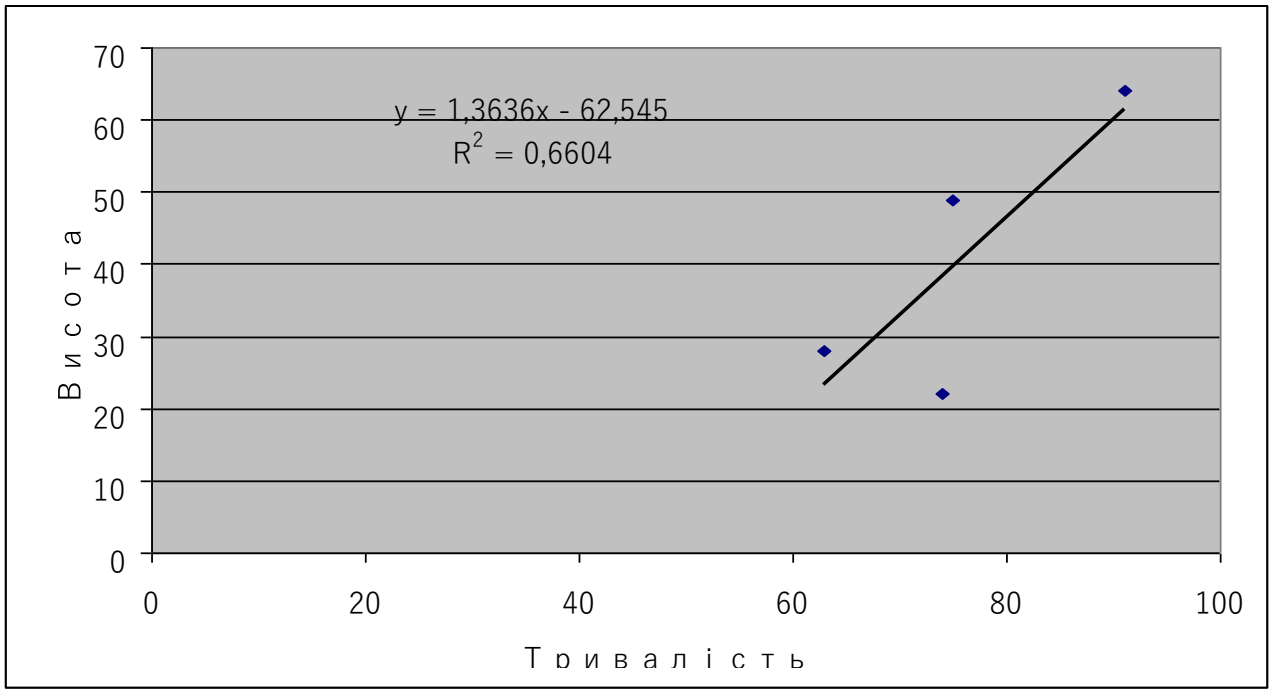


Рис. 1. **Кореляційно-регресійна залежність між тривалістю вегетації (х) сидератів та їх висотою (у)**

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,66$ показує, що висота рослин сидератів на 66% залежить від тривалості вегетації.

Між тривалістю вегетації сидератів та їх біологічною масою встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок r = 0,838. Діаграма кореляційно-регресійної залежності досліджуваних чинників відображена на рис. 3.2.

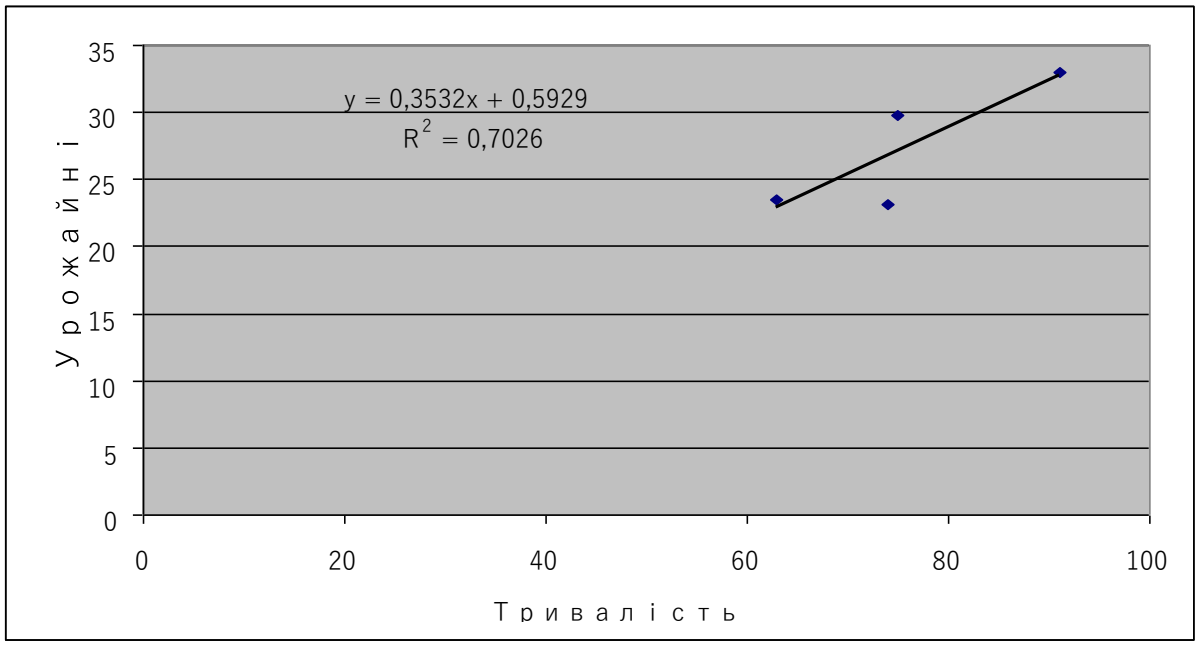


Рис. 2. **Кореляційно-регресійна залежність між тривалістю вегетації (x) сидератів та їх урожайністю (y)**

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,70$ показує, що біологічна маса сидератів на 70% залежить від висоти рослин.

Між густотою сидератів та їх біологічною масою встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок r = 0,932. Діаграма кореляційно-регресійної залежності досліджуваних чинників відображена на рис. 3.

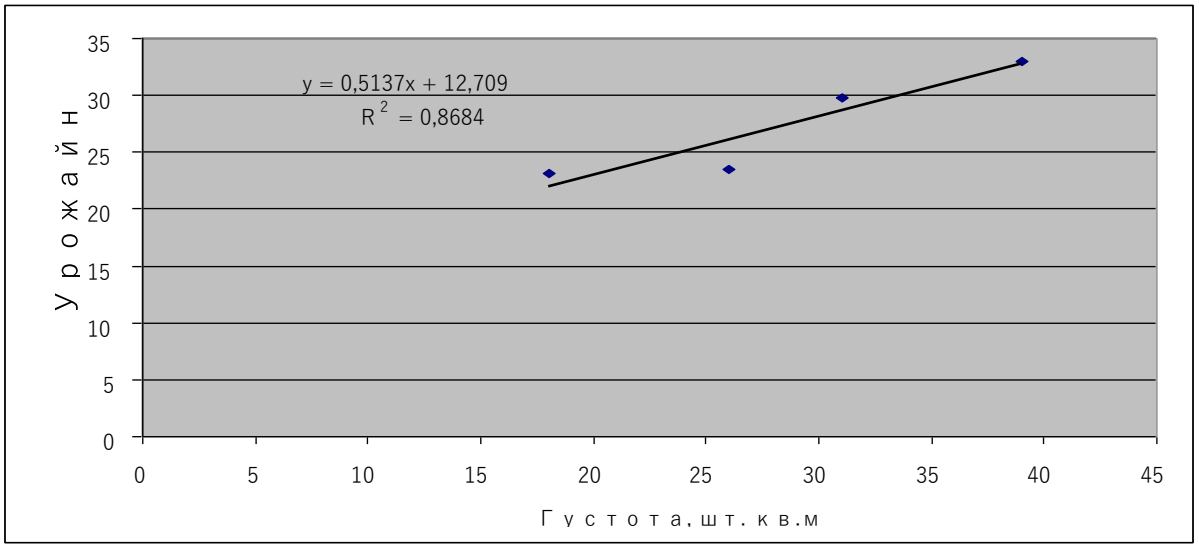


Рис. 3. **Кореляційно-регресійна залежність між густотою (х) сидератів та їх урожайністю (у)**

Коефіцієнт детермінації R^2 = 0,868 показує, що біологічна маса сидератів на 87% залежить від густоти рослин.

Між висотою рослин сидератів та їх вегетативною масою встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок r = 0,994. Діаграма кореляційнорегресійної залежності досліджуваних чинників відображена на рис. 4.

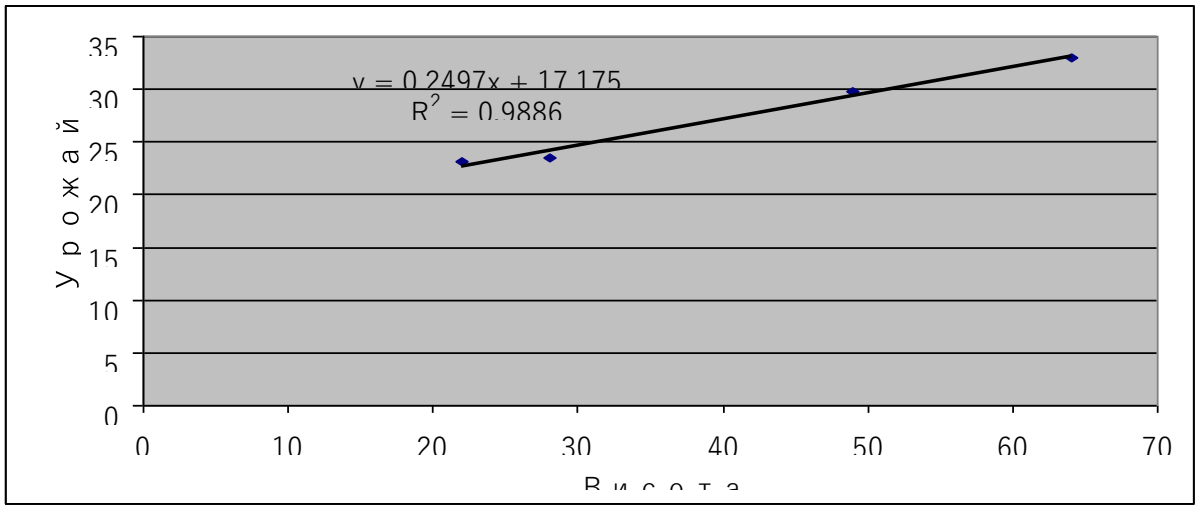


Рис. 4. **Кореляційно-регресійна залежність між висотою (х) сидератів та їх урожайністю (у)**

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,988$ показує, що урожайність сидератів на 99% залежить від висоти рослин.

Аналіз результатів лабораторних дослідження щодо вмісту хімічних речовин у вегетативній масі сидератів пшениці озимої на час її заробки у грунт містилося 0,71 г/кг фосфору, 4,1 г/кг – калію, 1,01 г/кг – кальцію, 0,21 г/кг магнію та 0,52 г/кг – натрію. Вміст фосфору, калію, кальцію, магнію та натрію у 1 кг вегетативної маси ячменю ярого склав, відповідно 0,65 г, 3,1 г, 1,14 г, 0,34 г та 0,18 г, озимого ріпаку – 0,11 г, 4,4 г, 2,8 г, 0,62 г та 0,23 г і гороху – 1,25 г, 4,8 г, 3,1 г, 0,75 г та 0,27 г. Також необхідно відмітити, що найвища кількість в 1 кг вегетативної маси фосфору, калію, кальцію та магнію спостерігалась у рослинах гороху, а натрію – пшениці озимої. У 1 кг вегетативної маси гороху найбільше містилося азоту – 6,1 г, а у рослинах ячменю ярого – найменше – 4,5 г (табл. 6.).

Таблиця 6.

Вміст основних мікроелементів у вегетативній масі сидератів, г/кг

Сидерат	Азот	Фосфор	Калій	Кальцій	Магній	Натрій
Пшениця озима	4,8±0,12	0,71±0,02	4,1±0,07	1,01±0,06	0,21±0,03	0,52±0,01
Ячмінь ярий	4,5±0,41	0,65±0,04	3,1±0,03	1,14±0,02	0,34±0,09	0,18±0,04
Горох	6,1±0,31	1,25±0,04	4,8±0,08	3,1±0,07	0,75±0,08	0,27±0,08
Ріпак озимий	5,4±0,33	1,11±0,03	4,4±0,08	2,8±0,05	0,62±0,04	0,23±0,07

Серед мікроелементів найбільше у вегетативній масі сидератів містилося заліза – 44-48 мг/кг. Найбільше – у рослинах ячменю ярого, а найменше – гороху (табл. 7).

Таблиця 7

Вміст основних мікроелементів у вегетативній масі сидератів, мг/кг

Сидерат	Залізо	Мідь	Цинк	Марганець	Кобальт
Пшениця озима	46±2	0,80±0,03	7,8±1,2	7,2±1,2	0,22±0,04
Ячмінь ярий	48±3	0,45±0,02	3,2±1,0	4,3±1,2	0,06±0,01
Горох	44±2	0,70±0,05	4,3±1,1	5,5±1,1	0,02±0,01
Ріпак озимий	45±1	0,68±0,03	4,4±1,1	5,1±1,1	0,02±0,01

Міді у досліджуваних сидератах містилося 0,45-0,80 мг/кг, найбільше – у рослинах пшениці озимої, а найменше – ячменю ярого. Вміст цинку був найбільшим у рослинах пшениці озимої – 7,8 мг/кг, а найменший – у рослинах ячменю ярого – 3,2 мг/кг. Марганцю містилося у сидератах 4,3-7,2 мг/кг. Найбільше марганцю було у рослинах пшениці озимої, а найменше – ячменю ярого. Найбільше кобальту містилося у рослинах пшениці озимої – 0,22 мг/кг, а найменше – у рослинах гороху та ріпаку озимого – 0,02 мг/кг.

4.2. Формування урожаю сільськогосподарських культур, вирощених після сидератів

Основними показниками, що визначають продуктивність сільськогосподарських рослин є тривалість вегетаційного періоду, густота та висота рослин. Найменша тривалість вегетаційного періоду соняшнику гібриду Фаворит була встановлена на контрольному варіанті без вирощування сидератів – 107 діб. Вирощування сидерату ячменю ярого подовжувало вегетаційний період соняшнику на 2 доби, сидерату пшениці озимої – на 3 доби, сидерату гороху – на 4 доби і сидерату ріпаку озимого – на 5 діб. Найтриваліший вегетаційний період соняшнику забезпечив сидерат ріпак озимий – 112 діб, а найкоротший при використанні сидератів – ячмінь ярий – 109 діб (табл. 8.).

Таблиця 8.

Кількісні показники рослин соняшнику, вирощених після сидератів, середнє 2022-2024 рр.

Показники	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Тривалість вегетаційного періоду, діб	110±1	109±1	111±1	112±1	107±2
Густота рослин в кінці вегетації, шт./м^2	4,8±0,1	4,7±0,2	5,0±0,1	5,0±0,1	4,6±0,2
Висота рослин в кінці вегетації, см	180±3	178±2	184±2	186±2	175±3

Густота рослин соняшнику в кінці вегетації на контролі була найменшою і становила 4,6 шт./м^2. Вирощування сидерату ячменю ярого збільшувало густоту рослин соняшнику на 0,1 шт./м^2, сидерату пшениці озимої – на 0,2 шт./м^2, сидератів гороху і ріпак озимого – на 0,4 шт./м^2. Найбільша густота рослин соняшнику на кінець вегетації була виявлена при вирощуванні сидератів гороху і ріпаку озимого – по 5,0 шт./м^2, а найменша серед варіантів із сидератами – після ячменю ярого – 4,7 шт./м^2.

Висота рослин соняшнику при вирощуванні сидератів становила 178-186 см. Найвищими були рослини при вирощуванні сидерату ріпаку озимого, а найнижчими – сидерату ячменю ярого. На контрольному варіанті без вирощування сидератів висота рослин соняшнику була найменша і становила 175 см, що було на 3-11 см менше, ніж на варіантах із вирощуванням сидератів. У досліді вирощували кукурудзу гібриду Лелека МВ ФАО 290. Тривалість її вегетаційного періоду на контрольному варіанті була найменша і становила 107 діб. При вирощуванні кукурудзи після сидерату ячменю ярого тривалість вегетаційного періоду

подовжувався на 3 доби, після сидерату пшениці озимої – на 5 діб, сидерату гороху – на 7 діб і після сидерату ріпаку озимого – на 8 діб з тривалістю вегетації 115 діб (табл. 9).

Таблиця 9.

Кількісні показники рослин кукурудзи, вирощених після сидератів, середнє 2022-2024 рр.

Показники	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Тривалість вегетаційного періоду, діб	112±1	110±2	114±1	115±1	107±2
Густота рослин в кінці вегетації, шт./м^2	6,1±0,1	6,1±0,1	6,2±0,1	6,2±0,1	6,0±0,1
Висота рослин в кінці вегетації, см	268±3	264±4	275±2	277±2	250±3

Густота рослин соняшнику на період збирання на контрольному варіанті без вирощування сидератів була найменша і становила 6,0 шт./м^2. Вирощування сидератів пшениці озимої та ячменю ярого збільшувало густоту рослин кукурудзи на 0,1 шт./м^2, сидератів гороху та ріпаку озимого – на 0,2 шт./м^2. Найбільша густота рослин соняшнику становила 6,2 шт./м^2 при вирощуванні сидератів гороху та ріпаку озимого.

Висота рослин кукурудзи на варіантах із вирощуванням сидератів становила 264-277 см та була на 14-27 см більшою, ніж на контрольному варіанті без вирощування сидератів. Найвищими були рослини кукурудзи, що вирощували із сидератом ріпаком озимим – 277 см, а найнижчими серед сидератів – ячменю ярого – 264 см.

Урожайність насіння соняшнику на контрольному варіанті без вирощування сидератів становила 3,02 т/га та була на 11,4-14,0% меншою, ніж при вирощуванні

сидератів. Найвища урожайність насіння соняшнику була встановлена на варіанті вирощування сидерату ріпаку озимого – 3,51 т/га, що було на 0,9% більше, ніж після сидерату гороху, на 1,7% більше, ніж після сидерату пшениці озимої та на 2,8% менше, ніж після вирощування сидерату ячменю ярого (рис. 5.).

Урожайність зерна кукурудзи вирощеного на контрольному варіанті без сидератів становила 7,1 т/га та була на 15,1-23,5% меншою, ніж при вирощуванні сидератів. Найвища урожайність зерна кукурудзи була встановлена на варіанті її вирощування після сидерату ріпаку озимого – 10,2 т/га. Це було на 0,8% більше, ніж після сидерату гороху, на 3,0% більше, ніж після сидерату пшениці озимої та на 9,8% більше, ніж після сидерату ячменю ярого, де урожайність зерна становила 11,9 т/га (рис. 5).

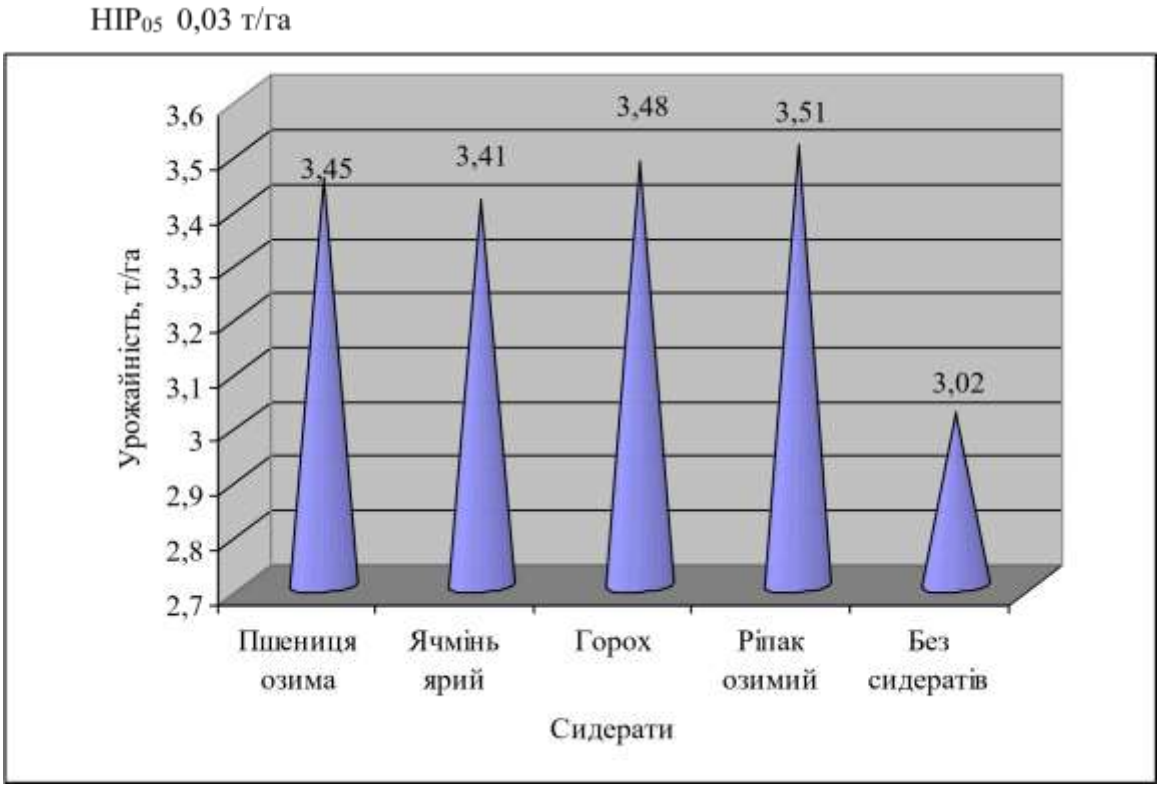


Рис. 5. **Урожайність насіння соняшнику вирощеного після сидератів, середнє 2022-2024 рр.**

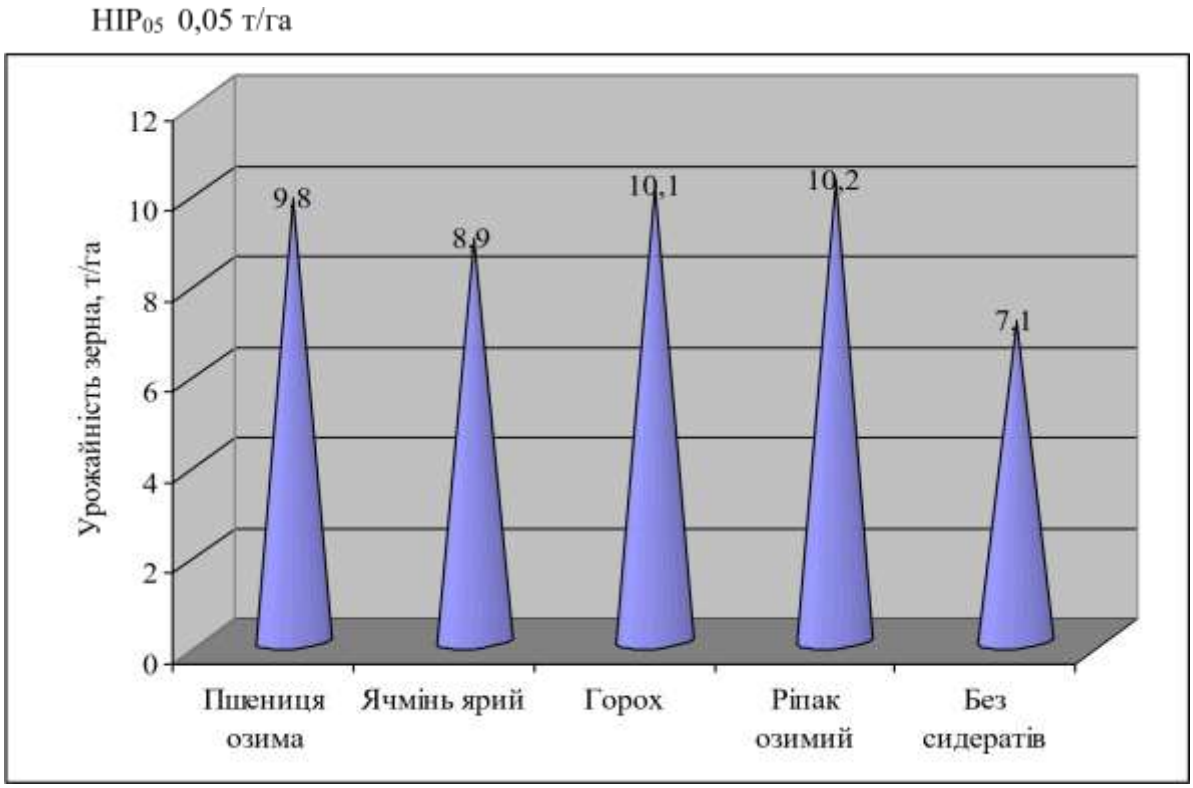


Рис. 6. **Урожайність зерна кукурудзи вирощеного після сидератів, середнє 2022-2024 рр.**

Таким чином встановлено, що вирощування соняшнику та кукурудзи після сидерату ріпаку озимого забезпечує найвищу їх урожайність. Це забезпечується найбільшою густотою і висотою рослин в кінці вегетації та найдовшим вегетаційним періодом після цих сидератів. Ячмінь ярий, як сидерат для кукурудзи і соняшнику серед усіх сидератів забезпечує найнижчу їх урожайність за рахунок найкоротшого вегетаційного періоду, найменшої густоти і висоти рослин на кінець вегетації.

Між урожайністю вегетативної маси сидератів та приростом урожайності насіння соняшнику встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок r = 984. Діаграма кореляційно-регресійної залежності між досліджуваними чинниками представлена на рис. 7.

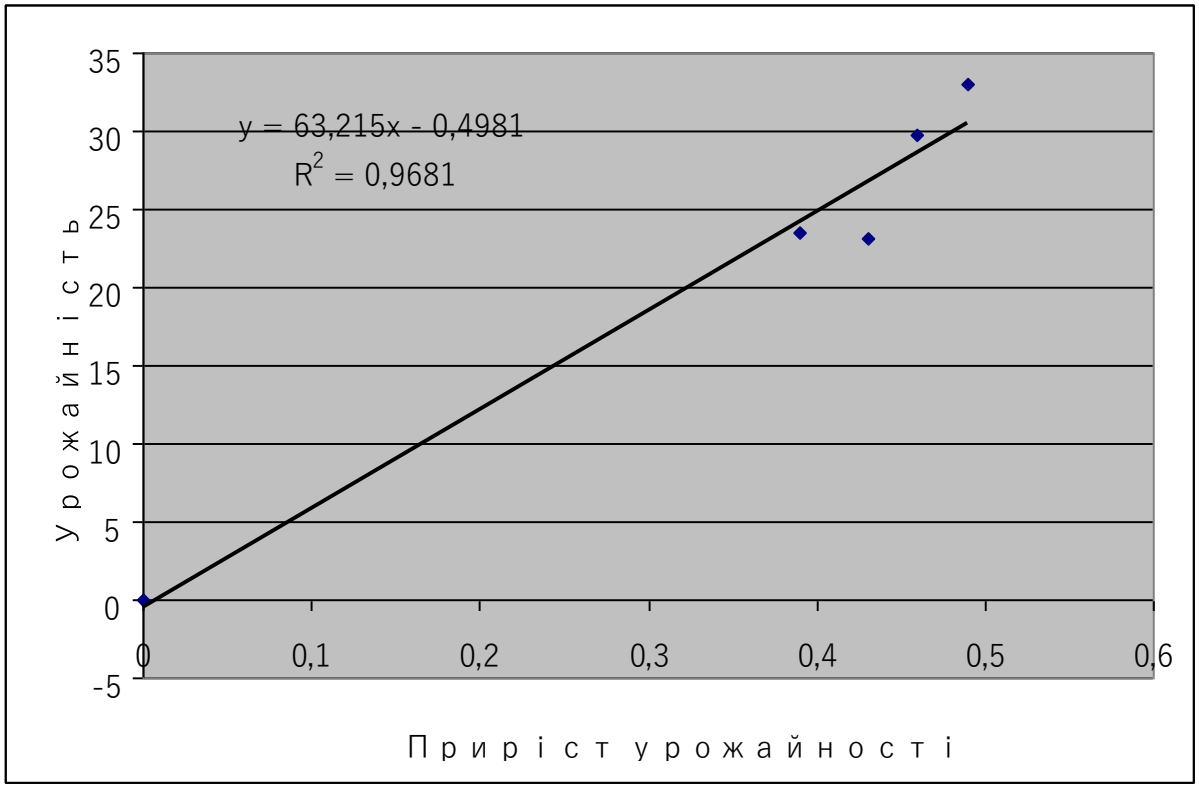


Рис. 7. **Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю вегетативної маси сидератів (у) та приростом урожайності насіння соняшнику (х)**

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,968$ показує, що приріст урожайності насіння соняшнику на 97% залежить від величини біологічної маси сидератів.

Між біологічною масою сидератів та приростом урожайності зерна кукурудзи встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок r = 965. Діаграма кореляційно-регресійної залежності між досліджуваними чинниками представлена на рис. 8.

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,930$ показує, що приріст урожайності зерна кукурудзи на 93% залежить від біологічної маси сидератів.

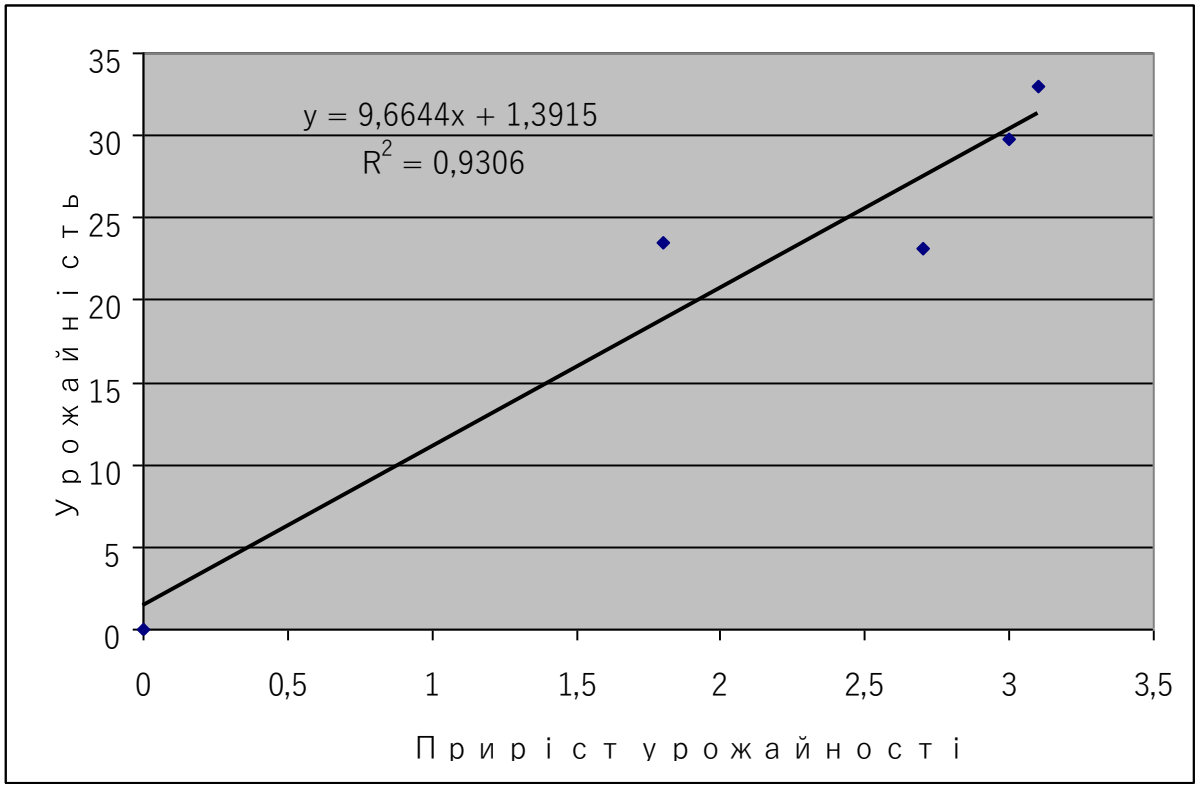


Рис. 8. **Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю вегетативної маси сидератів (у) та приростом урожайності зерна кукурудзи (х)**

Отже, математичний аналіз підтвердив ефект сидератів щодо впливу їх на приріст урожайності насіння соняшнику та зерна кукурудзи.

4.3. Поживна цінність та екологічна безпека рослинницької продукції, вирощеної після сидератів

Якісними показниками насіння соняшнику є масова частка олії у перерахунку на суху речовину, кислотне число олії та вологість насіння. Масова частка олії – це вміст олії у насінні соняшнику. Чим вищий цей показник – тим більш якісне насіння. Найвища масова частка олії була виявлена у насінні соняшнику, що вирощувалося після сидерату ріпаку озимого – 49,2%. На 0,2% менший вміст олії був виявлений у насінні соняшника, вирошеному після сидерату гороху.

Найнижчий вміст олії був виявлений у насінні соняшнику, вирощеному після сидерату ячменю ярого – 48,7%, що було на 0,5% менше, ніж у найкращого варіанту. На контрольному варіанті, без вирощування сидерату, вміст олії у насінні становив 48,5%, що було на 0,2% менше, ніж після сидерату ячменю ярого, на 0,4% менше, ніж після сидерату пшениці озимої, на 0,5% менше, ніж після сидерату гороху та на 0,7% менше, ніж після сидерату ріпаку озимого (табл. 10.).

Таблиця 10.

Якість насіння соняшнику, вирощеного після сидератів, середнє 2022-2024 рр.

Показники якості	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Масова частка олії у перерахунку на суху речовину, %	48,9±0,6	48,7±0,3	49,0±0,3	49,2±0,4	48,5±0,3
Кислотне число олії, КОН/г	1,12±0,05	1,15±0,03	1,21±0,04	1,33±0,02	0,86±0,04
Вологість насіння, %	5,32±0,03	5,30±0,04	5,40±0,02	5,42±0,02	5,28±0,01

Кислотне число олії показує ступінь розщеплення жиру, тобто характеризує вміст у ньому вільних жирних кислот та інших речовин, що погіршують якість олії. Чим вище кислотне число олії – тим гірша якість такої олії. Найнижче кислотне число, а відповідно й найкращу якість олії з соняшника було одержано на контрольному варіанті без вирощування сидератів – 0,86. На варіанті з вирощуванням сидерату пшениці озимої кислотне число було на 0,26 одиниць вище і становило 1,12. Після сидерату ячменю ярого кислотне число соняшникової олії

було на 0,29 вище, ніж на контролі і становило 1,15. Найвище кислотне число було встановлене у насінні соняшнику, вирощеному після сидерату ріпаку озимого – 1,33 та гороху – 1,21, що було відповідно на 0,47 та 0,35 одиниць вище, ніж на варіанті без сидератів. Таким чином встановлено, що сидерати дещо погіршують якість соняшникової олії, порівняно з якістю насіння, отриманого без вирощування сидератів.

Вологість насіння соняшнику становила 5,30-5,42% на варіантах із вирощуванням сидератів та 5,28% на контрольному варіанті без вирощування сидератів. Найнижчий вміст вологи у насінні соняшника мав варіант після сидерату ячменю ярого та пшениці озимої, а найвищий – після сидератів гороху та ріпаку озимого. При вирощуванні соняшнику після сидератів, вологість його насіння зростає на 0,02-0,14%, порівняно з варіантом без сидератів.

Якість зерна кукурудзи визначається вмістом у ньому білка, крохмалю, жиру та вологи. Найвищий вміст білка був виявлений у зерні кукурудзи, вирощеному після сидерату гороху – 10,8%, на 0,2% менше – після сидерату ріпаку озимого, на 0,8% менше – після сидерату пшениці озимої та на 1,0% менше – після сидерату ячменю ярого – 9,8%. На контрольному варіанті, де сидерати не вирощували, вміст білка у насінні був найнижчим і становив 9,4%, що було на 1,4% менше, ніж після сидерату гороху, на 1,2% менше, ніж після сидерату ріпаку озимого, на 0,6% менше, ніж після сидерату пшениці озимої та на 0,4% менше, ніж після сидерату ячменю ярого (табл. 11.).

Вміст крохмалю у насінні кукурудзи був найвищим на контрольному варіанті без вирощування сидератів – 57,2%. На варіанті з вирощуванням сидерату ячменю ярого вміст крохмалю у насінні кукурудзи був на 0,9%

Таблиця 11.

Якість зерна кукурудзи, вирощеного після сидератів, середнє 2022-2024 рр.

Показники якості	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Вміст білка, %	10,0±0,2	9,8±0,01	10,8±0,03	10,6±0,03	9,4±0,2
Вміст крохмалю, %	56,0±0,4	56,3±0,3	54,9±0,3	55,8±0,4	57,2±0,3
Вміст жиру, %	4,6±0,1	4,6±0,1	4,8±0,2	4,7±0,1	4,5±0,1
Вологість насіння, %	14,2±0,1	14,2±0,1	14,4±0,2	14,4±0,2	14,0±0,1

меншим, на варіанті з вирощуванням сидерату пшениці озимої – на 1,2% меншим, на варіанті з вирощуванням сидерату ріпаку озимого – на 1,4% меншим, а на варіанті з вирощуванням сидерату гороху – на 2,3% меншим. Серед варіантів, де вирощували сидерати, найвищий вміст крохмалю було виявлено у насінні кукурудзи, вирощеному після сидерату ячменю ярого – 56,3%, а найменший – після сидерату гороху – 54,9%, що було на 1,4% менше.

Вміст жиру у зерні кукурудзи, вирощеному після сидератів становив 4,64,8%. Найвищий вміст жиру містив варіант кукурудзи після сидерату гороху, а найменший – після сидератів пшениці озимої та ячменю ярого. Контрольний варіант кукурудзи без вирощування сидератів містив найменше жиру – 4,5%, що було на 0,1-0,3% менше, ніж на варіантах із вирощуванням сидератів.

Вологість зерна кукурудзи становила 14,2-14,4% на варіантах із вирощуванням сидератів та 14,0% на контрольному варіанті. Найнижчу вологість мало зерно кукурудзи, вирощене після сидератів пшениці озимої та ячменю ярого, а найвищу – після сидератів гороху та ріпаку озимого. Порівняно з контрольним

варіантом, при вирощуванні кукурудзи після сидератів вологість його зерна зростає на 0,2-0,4%.

Таким чином встановлено, що вирощування соняшнику після сидерату ріпаку озимого забезпечує у його насінні найвищий вміст олії, але найбільшу вологість та найвище кислотне число, що погіршує якість такої олії. Вирощування соняшнику після сидерату ячменю ярого забезпечує найнижчий вміст олії та найменшу вологість його насіння. Вирощування соняшнику після сидерату пшениці озимої забезпечує найнижче кислотне число олії з його насіння, що вказує на найкращу якість такої олії.

Вирощування кукурудзи після сидерату гороху забезпечує найвищий вміст у її зерні білка та жиру, але найменший вміст крохмалю та найвищу вологість насіння. Ріпак озимий, як сидерат для кукурудзи забезпечує найвищу вологість її насіння. Вирощування кукурудзи після сидерату ячменю ярого забезпечує найменший вміст у його зерні білка та жиру, але найбільший вміст крохмалю та найнижчу вологість зерна. Пшениця озима в якості сидерату для кукурудзи забезпечує найнижчий вміст у її зерні жиру та вологи.

РОЗДІЛ 5
БІОЕНЕРГЕТИЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ СИДЕРАТІВ В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Біоенергетична оцінка технологій вирощування сільськогосподарських культур ґрунтується на переведенні затрат на вирощування рослин у енергетичні величини та, відповідно, одержаний урожай переводиться у енергетичний еквівалент. Відношення енергетичного еквіваленту одержаного урожаю до енергетичних затрат на вирощування культури становить суть енергетичного оцінювання технологій вирощування культур. Чим вищий енергетичний коефіцієнт – тим менших затрат вимагає технологія вирощування культури, порівняно з отриманим урожаєм і тим більш енергетично привабливою вона буде.

При вирощуванні кукурудзи після падалишніх сидератів не потрібно здійснювати додаткових затрат на сівбу і насіння сидеральних культур, але для проростання падалишнього насіння попередньо зібраних культур необхідно провести неглибоке дискування поля. Затрати на цей захід становлять 510 МДж/га. Перед оранкою поля сидеральні культури необхідно закоткувати. На цей агротехнічний захід додатково необхідно затратити 279 МДж/га. За іншими технологічними операціями технологія вирощування кукурудзи після сидератів та без сидератів не відрізнялася.

Витрати енергії на вирощування кукурудзи із сидератами становили 81,6 ГДж/га. При вирощуванні кукурудзи без сидератів затрати енергії були на 0,8 ГДЖ/га меншими і становили 80,8 ГДж/га (табл. 12.).

Вихід валової енергії із зерном кукурудзи визначається її урожайністю і в середньому становить 14,9 ГДж/т зерна. Найбільший вихід валової енергії був встановлений на варіанті вирощування кукурудзи після сидерату ріпаку озимого –

196,68 ГДж/га. Найменший вихід валової енергії із варіантів з сидератами забезпечив ячмінь ярий – 177,31 ГДж/га.

Контрольний варіант вирощування кукурудзи без сидератів мав найменший абсолютний вихід валової енергії з урожаєм кукурудзи – 150,49 ГДж/га.

Таблиця 12.

Біоенергетична ефективність вирощування кукурудзи після сидератів

Показники біоенергетичної ефективності	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Витрати енергії на вирощування, ГДж/га	81,6	81,6	81,6	81,6	80,8
Вихід валової енергії, ГДж/га	190,72	177,31	195,19	196,68	150,49
Енергоємність, ГДж/т зерна	6,38	6,86	6,23	6,18	8,00
Енергетичний коефіцієнт	2,33	2,17	2,39	2,41	1,86

Енергоємність зерна кукурудзи найменшою була на варіанті вирощування сидерату ріпаку озимого – 6,18 ГДж/га, а найбільшою – на контрольному варіанті без вирощування сидератів – 8,00.

Енергетичний коефіцієнт, що визначає енергетичну доцільність застосування тієї чи іншої технології вирощування кукурудзи, повинен бути максимальним. Найвищий енергетичний коефіцієнт вирощування кукурудзи був встановлений на варіанті з сидератом ріпаком озимим – 2,41, а найнижчий – на контрольному варіанті – 1,86. Отже, затрати, які передбачали дискування поля для проростання падалишніх сидератів та їх коткування для якісного проведення основного обробітку грунту були на багато меншими, ніж отримана прибавка урожаю від цих заходів.

При вирощуванні соняшнику після сидератів витрати енергії на його вирощування були такими ж, як і при вирощуванні кукурудзи, оскільки тут застосовувалися ті ж самі технологічні операції, у тому числі і при вирощуванні сидератів (табл. 13.).

У одній тоні насіння соняшнику міститься приблизно 32,3 ГДж валової енергії. Вихід валової енергії залежав від урожайності соняшнику на досліджуваних варіантах. Найбільший вихід валової енергії – 113,37 ГДж/га мав варіант вирощування соняшнику після сидерату ріпаку озимого – 113,37 ГДж/га, а найменший – на контрольному варіанті без вирощування сидератів – 97,55 ГДж/га.

Таблиця 13

Біоенергетична ефективність вирощування соняшнику після сидератів

Показники біоенергетичної ефективності	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Витрати енергії на вирощування, ГДж/га	81,6	81,6	81,6	81,6	80,8
Вихід валової енергії, ГДж/га	111,43	100,13	112,40	113,37	97,55
Енергоємність, ГДж/т насіння	23,65	23,93	23,45	23,25	26,75
Енергетичний коефіцієнт	1,37	1,23	1,38	1,39	1,21

Найнижча енергоємність насіння соняшнику була встановлена на варіанті його вирощування після сидерату ріпаку озимого – 23,35 ГДж/т, а найвища – на контрольному варіанті без сидератів – 26,75 ГДЖ/т.

Найвищий енергетичний коефіцієнт – 1,38-1,39, був встановлений на варіантах вирощування соняшнику після сидератів гороху та ріпаку озимого, а найнижчий – 1.21, на контрольному варіанті без використання сидератів.

У значній мірі економічна ефективність вирощування сільськогосподарських культур визначається реалізаційною ціною зерна та насіння. Станом на 01.01.2023 р. ціна зерна кукурудзи складала 8000 грн/т. Виходячи з такої ціни та урожайності кукурудзи на різних варіантах, найвища вартість продукції була встановлена на варіанті вирощування кукурудзи після сидерату ріпаку озимого – 105600 грн./га. Найнижча вартість продукції встановлена на варіанті без вирощування сидератів – 80800 грн./га, що було на 97600 грн./га менше та на 14400 грн./га менше, ніж при вирощуванні кукурудзи після сидерату ячменю ярого, де отримано найнижчу вартість продукції серед варіантів із вирощуванням сидератів – 95200 грн./га (табл. 14).

Таблиця 14.

Економічна ефективність вирощування кукурудзи після сидератів

Показники економічної ефективності	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Урожайність зерна, т/га	12,8	11,9	13,1	13,2	10,1
Вартість продукції, грн./га	102400	95200	104800	105600	80800
Прямі витрати, грн./га	17100	17100	17100	17100	15800
Собівартість продукції, грн./т	1336	1437	1305	1296	1564
Прибуток, грн./га	85300	78100	87700	88500	65000
Рівень рентабельності, %	49,9	45,7	51,3	51,8	41,1

Прямі витрати на вирощування кукурудзи із вирощуванням сидератів були однакові у всіх варіантів та склали 17100 грн./га. На контрольному варіанті без вирощування сидератів прямі витрати на вирощування кукурудзи були на 1300 грн./га меншими і становили 15800 грн./га. Найнижча собівартість зерна кукурудзи

була встановлена на варіанті його вирощування після сидерату ріпаку озимого – 1296 грн./т, а найвища – при вирощуванні кукурудзи на контрольному варіанті без сидератів – 1564 грн./га, що було на 268 грн./га більше.

Найвищий прибуток при вирощуванні кукурудзи був виявлений на варіанті із вирощуванням сидерату ріпаку озимого – 88500 грн./га. На контрольному варіанті без вирощування сидератів прибуток вирощування кукурудзи був найменшим і становив 65000 грн./га. Він був на 13100-23500 грн./га меншим, ніж на варіантах із вирощуванням сидератів.

Найвищий рівень рентабельності вирощування кукурудзи був встановлений на варіанті із сидератом ріпаком озимим – 51,8%, що було на 10,7% більше, ніж на варіанті без вирощування сидератів.

Вирощування соняшнику з сидератами має подібну тенденцію щодо його економічної ефективності. При ціні насіння соняшнику станом на 01.01.2022 р. 18500 грн./т, найвища вартість продукції була встановлена на варіанті з вирощуванням сидерату ріпаку озимого – 64935 грн./га. Це було на 9065 грн./га більше, ніж на контрольному варіанті, де сидерати не вирощували і де встановлено найнижчу вартість продукції – 55870 грн./га (табл. 15).

Найвищі прямі витрати на вирощування соняшнику були встановлені на усіх варіантах, де вирощували сидерати – 19880 грн./га. Вони були на 2340 грн./га більшими, ніж на контрольному варіанті, де сидерати не вирощували. На цьому варіанті прямі витрати на вирощування соняшнику становили 17540 грн./га.

Найнижча собівартість одержаної продукції соняшнику була встановлена на варіанті його вирощування після сидерату ріпаку озимого – 5664 грн./га. При вирощуванні соняшнику на варіанті з сидератом ячменем ярим собівартість продукції була найвища і становила 5830 грн./га, що було на 166 грн./га більше, ніж після сидерату ріпаку озимого.

Таблиця 15

Економічна ефективність вирощування соняшнику після сидератів

Показники економічної ефективності	Сидерат				
	пшениця озима	ячмінь ярий	горох	ріпак озимий	без сидератів
Урожайність насіння, т/га	3,45	3,41	3,48	3,51	3,02
Вартість продукції, грн./га	63825	63085	64380	64935	55870
Прямі витрати, грн./га	19880	19880	19880	19880	17540
Собівартість продукції, грн./т	5762	5830	5713	5664	5808
Прибуток, грн./га	43945	43205	44500	45055	38330
Рівень рентабельності, %	22,1	21,7	22,4	22,7	21,8

Найвищий прибуток вирощування соняшнику було отримано на варіанті сидерату ріпаку озимого – 45055 грн./га. Це було на 6725 грн./га більше, ніж на контрольному варіанті, де сидерати не вирощували. Тут прибуток становив 5808 грн./га.

Найвищий рівень рентабельності – 22,7%, був розрахований на варіанті вирощування соняшнику після сидерату ріпаку озимого. Це було на 0,9% більше, ніж на контрольному варіанті, де сидерати не вирощували.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Моделювання виробничих небезпек під час вирощування сидератів

Головною умовою безпечної роботи по посівних і посадочних машинах являється їх технічна справність, наявність захисних кожухів над зубчатими, ланцюговими і карданними передачами, справність сидіння, робочої площадки, підніжної дошки, поручня, перила зі сторони спини сіяльщика, лопаток та гачків для очищення сошників висіваючих апаратів. Для узгодженої роботи тракториста з сіяльщиком необхідна подвійна сигналізація. Кожна сівалка в агрегаті повинна обслуговуватися одним сіяльщиком. Заправка сівалок насінням і добривами проводиться механізованим способом. Ручна заправка проводиться тільки на зупинках агрегату. При русі агрегату кришки насінневих ящиків і тукових банок повинні бути закритими.

Курити, приймати їжу, не помивши руки і не прополоскавши рот чистою водою, забороняється. На пневматичній сівальці автоматична зчіпка повинна бути справною, відрегульованою і забезпечувати чітке і надійне з’єднання сівалки з трактором. Підніжна дошка сівалки повинна бути справною, обладнана запобіжним бортиком, бути чистою і не слизькою. Наявність на ній бруду, масла і інш. не допускається. Підніжна дошка повинна бути шириною не менше 350мм з запобіжним бортиком висотою 20мм і шириною 25мм. Поручні на кришках зерно-тукового ящика повинні бути гладкими, чистими і надійно закріплені. Кришки насінневих і тукових банок повинні щільно закриватися, надійно фіксуватися в відкритому і закритому положеннях і вільно відкриватися. Фіксуючий пристрій повинен виключати можливість самовільного відкривання кришок під час руху агрегату. Двостороння сигналізація повинна бути справною і забезпечувати надійний зв’язок між сіяльщиком і трактористом-машиністом. На сівальці повинен

бути спеціальний чистик для очистки сошників, гачки для прочищення висіваючих апаратів, гачок на довгій ручці для підняття борін при їх очистці, спеціальна лопата для розрівнювання насіння та добрив в ящиках, комплект інструменту і башмаки при роботі на схилах. Заправку сівалки насінням і добривами, розміщення ящиків з розсадою, підняття і опускання маркерів, очищення сошників, прочищення насіннє- і тукопроводів потрібно здійснювати під час остаточної зупинки агрегату і вимкненому валі відбору потужності.

Заправку сівалок протруєним насінням і добривами необхідно проводити в засобах індивідуального захисту. Під час заправки дозволяється знаходитися на підніжній дошці сівалки з навітряної сторони від ящика сівалки.

При заправці сівалки автозаправщиком необхідно узгоджувати свої дії з водієм автозаправщика, не знаходитися під вигрузним пристроєм і в зоні його дії. Автозаправщик повинен бути розташований з підвітряної сторони від сівалки і бути загальмованим. Необхідно слідкувати, щоб у насінні і добривах не було зайвих предметів. Мінеральні добрива повинні бути просіяні через сито з дірками не більше 5х5мм, мати фракціїї до 7мм і бути сухими. Розрівнювання і перемішування насіння і добрив у ящиках сівалки необхідно виконувати при зупиненій сівалці спеціальною лопаточкою. Рух посівних агрегатів на транспортній швидкості з завантаженими ящиками, банками не допускається.

6.2. Охорона навколишнього природного середовища при вирощуванні сидератів

Обсяги накопичуваних стерньових і стеблових решток сільськогосподарських культур, що можуть поповнити запас органічної речовини ґрунту в умовах сучасних інтенсивних сівозмін на пряму залежать від величини основного урожаю зерна чи насіння. Співвідношення урожайності зерна пшениці озимої до маси її

соломи складає 1 до 1,1; кукурудзи і ріпаку – 1 до 1,3; соняшника – 1 до 1,9; сої – 1 до 1,4 [64, 65].

За посередньої урожайності зерна пшениці озимої 4 т/га у полі накопичується 4,5-5 т/га соломи. В цій кількості соломи міститься 20 кг азоту, 10 кг фосфору, 140 кг калію і кальцій, по 8-10 кг сірки та понад 400 г мікроелементів [65].

У кукурудзи за середньої урожайності її зерна 6 т/га залишається 7,8 т/га рослинних решток з вмістом у них 58 кг азоту, 23 кг фосфору, 127 кг калію, а також сірка, магній та мікроелементи [65].

В післязбиральних рештках соняшника масою 5,7 т/га при урожайності насіння близько 3 т/га вміст азоту складає 80 кг, фосфору – 40 кг, калію – 253 кг, кальцію – 87 кг та магнію – 34 кг [65]. Солома і рештки ріпаку масою від 2-6 т/га, рівноцінні внесенню 15-20 т/га органічних добрив. Після їх мінералізації в ґрунт надійде 60-65 кг/га азоту, 32-36 кг/га фосфору і 55-60 кг/га калію.

При середній у 2019 році в Україні урожайності зерна пшениці озимої 4,2 т/га, утворення побічної продукції становитиме 4,6 т/га. Проте, орендні високоінтенсивні господарства нашої країни часто досягають урожайності зерна пшениці озимої 7,5 т/га і більше. За такої урожайності зерна обсяг утворення побічної продукції пшениці озимої становитиме 8,3 т/га (табл.16.).

Таблиця 16.

Обсяги утворення відходів рослин у інтенсивній сівозміні

Культура	Співвідношення зерна до побічної продукції	Середній обсяг утворення відходів рослин, т/га	Максимальний обсяг утворення відходів рослин, т/га
Пшениця озима	1 : 1,1	4,6	8,3
Кукурудза	1 : 1,3	8,5	15,6
Соняшник	1 : 1,9	4,9	7,6
Ріпак озимий	1 : 1,3	3,6	5,2
Соя	1 : 1,4	3,2	5,6

У 2019 році середня по Україні урожайність зерна кукурудзи становила 6,5 т/га. За такої урожайності кукурудзи кожен га її посіву накопичує 8,5 т побічної продукції. Максимальна урожайність зерна кукурудзи у господарствах сягає 12,0 т/га і більше. За такої урожайності накопичення побічної продукції із стебел кукурудзи становитиме 15,6 т/га.

Урожайність насіння соняшника в середньому в Україні становила у 2019 році 2,6 т/га. Це дозволяє накопичити 4,9 т /га побічної продукції соняшника. Максимально можлива урожайність соняшника у господарствах сягає 4,0 т/га. За такої урожайності насіння можна накопичити на полі 7,6 т/га стеблових решток.

Ріпак озимий забезпечує в Україні середню урожайність насіння 2,8 т/га. За такої урожайності насіння ріпаку озимого обсяг утворення побічної продукції становитиме 3,6 т/га. Максимальна урожайність насіння соняшнику складає 4,0 т/га. За такої урожайності буде залишено 5,2 т/га стеблових решток ріпаку озимого.

Соя забезпечила середню урожайність насіння по Україні 2,3 т/га. При заорюванні її рослинних решток у грунт, кожен гектар цієї культури поверне 3,2 т побічної продукції. При максимальній урожайності насіння сої, що характерна для найкращих господарств України – 4,0 т/га, обсяг побічної продукції від неї у ґрунті становитиме 5,6 т/га.

Отже, серед найпоширеніших культур інтенсивних сівозмін в Україні, найбільша маса побічної продукції при середній урожайності зерна і насіння, формується на посівах кукурудзи – 8,5 т/га. Соняшник забезпечить надходження побічної листостеблової маси у ґрунт на 42,4 % менше – 4,9 т/га, пшениця озима – на 45,9% менше – 4,6 т/га. Найменша маса побічної продукції від рослинних решток накопичується при вирощуванні ріпаку озимого – 3,6 т/га та сої – 3,2 т/га. Це, відповідно, на 57,6% та 62,4 % менше, ніж повернеться побічної продукції на посівах кукурудзи.

ВИСНОВКИ

1. Забезпечення сприятливих агротехнічних умов для росту падалишніх сидератів пшениці озимої, ячменю ярого, гороху та ріпаку озимого може забезпечити ними впродовж 63-91 доби їх вегетації біологічної маси надземної та підземної частини 23,1-33,0 т/га за висоти 22-64 см. Найбільш продуктивними можуть бути сидерати ріпаку озимого та гороху.

2. Падалишні сидерати пшениця озима, ячмінь ярий, горох та ріпак озимий сприяють підвищенню урожайності соняшнику на 11,4-14,0%, кукурудзи – на 15,1-23,5%, порівняно з контрольним варіантом без сидератів. Найвищу урожайність насіння соняшнику – 3,48-3,51 т/га та зерна кукурудзи – 10,1-10,2 т/га забезпечують падалишні сидерати горох та ріпак озимий.

3. Сидерати мали вплив на якісну цінність одержаної продукції. Зокрема вміст олії у насінні соняшнику зростав на 0,2-0,7%, проте збільшувалось кислотне число олії на 0,26-0,47 одиниць. Найвищий вміст олії у насінні соняшнику забезпечував падалишній сидерат ріпак озимий – 49,2%, а найменше кислотне число – пшениця озима – 1,12.

Сидерати підвищували вміст білка у зерні кукурудзи на 0,4-1,4% та жиру на 0,1-0,3%, але зменшували вміст крохмалю на 0,9-2,3%. Найвищий вміст білка і жиру забезпечував сидерат горох, відповідно 10,8% та 4,8%, крохмалю – ячмінь ярий – 56,3%.

4. В умовах інтенсивного землеробства з вирощуванням пшениці озимої, кукурудзи, соняшнику, ріпаку озимого та сої від цих культур може утворитися в середньому 3,2-8,5 т/га відходів рослинництва, найбільше – з кукурудзи. Із цією кількістю відходів рослинництва у грунт може надійти 20,24-68,60 кг/га азоту, 10,12-34,30 кг/га фосфору, 16,00-217,56 кг/га калію. Найбільше азоту, фосфору та калію надійде до ґрунту з відходами рослинництва соняшнику.

5. Найвищий енергетичний коефіцієнт вирощування кукурудзи був встановлений на варіанті з вирощуванням сидерату ріпаку озимого – 2,41, а найнижчий – на контрольному варіанті, без сидератів – 1,86. При вирощуванні соняшнику найвищий енергетичний коефіцієнт – 1,38-1,39, був встановлений на варіантах з вирощуванням сидератів гороху та ріпаку озимого, а найнижчий – 1,21, на контрольному варіанті без використання сидератів.

6. Найвищий рівень рентабельності вирощування кукурудзи був встановлений на варіанті із сидератом ріпаком озимим – 51,8%, що було на 10,7% більше, ніж на варіанті без вирощування сидератів. При вирощуванні соняшнику найвищий рівень рентабельності був встановлений на варіанті з сидератом ріпаком озимим.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Стецишин П.О., Пиндус В.В., Текуценко В.В. Основи органічного землеробства: навчальний посібник для студ. агр. вищ. навч. закл. Вінниця: Нова Книга, 2011. 552 с.

2. Басанець О. «Задобрюємо» землю: органічні добрива для відтворення ґрунтів і підвищення родючості. *Супераграном*. URL: ://superagronom.com/articles/40-zadobryuyemo-zemlyuorganichnihttps://superagronom.com/articles/40-zadobryuyemo-zemlyu-organichnidobriva-dlya-vidtvorennya-gruntiv-i-pidvischennya-rodyuchostidobriva-dlyavidtvorennya-gruntiv-i-pidvischennya-rodyuchosti (дата звернення 29.12.2021.).

3. Мащенко Ю., Гайденко О. Раціональне удобрення зберігає грунт. URL: https://www.growhow.in.ua/ratsionalne-udobrennya-zberigaye-grunt/ (дата звернення 29.12.2021.).

4.Альтернативні заходи відтворення родючості ґрунтів в сучасних умовах господарювання. URL: https://khoda. gov.ua/alternativn%D1%96zahodiv%D1%96dtvorennja-rodjuchost%D1%96-grunt%D1%96v--vsuchasnih-umovahgospodarjuvannja (дата звернення 29.12.2021.).

5. Корми: оцінка, використання, продукція тваринництва, екологія / М.Ф. Кулик та ін. Вінниця: ПП «Видавництво «Тезис», 2003. 334 с.

6. 6. Цилюрик О., Десятник Л. Система динамічної сівозміни. *Агробізнес сьогодні.*URL:http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiiahttp://agrobusiness.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/10145-systema-dynamichnoisivozminy.htmlsohodni/item/10145-systema-dynamichnoi-sivozminy.html (дата звернення 11.08.2020).

7. Демчук Н. Технологія вирощування гороху. Від вибору сорту до збирання. *Супераграном*. URL:

https://superagronom.com/articles/364https://superagronom.com/articles/364tehnologiya-viroschuvannya-gorohu-vid-viboru-sortu-do-zbirannyatehnologiyaviroschuvannya-gorohu-vid-viboru-sortu-do-zbirannya (дата звернення 11.08.2020).

8. Лебідь Є.М., Десятник Л.М., Федоренко І.Є. Кірчук І.С., Пішта Д.С. та ін. Особливості вирощування гороху і озимої пшениці в сівозмінах Степу. *Агроном*. 2019. № 1 (83). С. 45-49.

9. Соя: посівні площі в Україні 2010-2019 рр. Суперагроном. URL: https://superagronom.com/multimedia/infographics/59-soya-posivni-ploschi-v- krayini-20102019-rr (дата звернення 11.08.2020).

10. Камінський І.В. Ефективність використання зернобобових культур у польових сівозмінах як попередника. Економіка АПК. 2013. № 4 С. 24 – 27.

11. Жеребна Л.О. Вплив важких металів, що містяться в мінеральних добривах, на якість рослинницької продукції. Агрохімія і ґрунтознавство. 2001. Вип. 61. С. 193-197.

12. Разанов С.Ф., Дідур І.М., Первачук М.В. Ефективність зниження забруднення грунтів свинцем і кадмієм за бджолозапилення сільськогосподарських культур в умовах їх мінерального підживлення. Сільське господарство та лісництво. 2015. № 2. С. 94-101.

13. Артеменко В. Сидерати. Їм відроджувати колишню славу українських земель. Пропозиція. 2003. № 6. С. 36-38.

14. Бабич Н.Н., Попов Д.Ю. Сравнительное накопление биомассы сидеральными культурами. Аграрная наука. 2007. № 10. С. 22-23.

15. Серединський С.М., Бростовська А.Л. Особливості вибору та застосування сидеральних культур в насичених зерновими та високорентабельними культурами сівозмінах на волого забезпечених ґрунтах Західного Лісостепу. Зб. наук. праць «Охорона ґрунтів»: мат. міжн. наук.практ.

конф. «Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового комплексу держави». 2014. Вип. 1. С. 290-292.

16. Антонець С.С. Сидеральні культури: практичні рекомендації. Полтава: Сімон, 2011. 52 с.

17. Гладка А.Б. Зелені добрива – основа підвищення родючості ґрунтів. Тези наук. конфер. Редкол.: П. Г. Копитко (від. ред.) та ін. Умань, 2008. Ч. 1. С. 24-26.

18. Стрельцова І.Б., Колісник В.І. Урожай зерна сортів пшениці озимої вирощуваної на сидеральних парах. Агрохімія і ґрунтознавство. 2010. Спеціальний випуск. Книга 3. С. 284-286.

19. Макарова Г.А., Глущенко М.К., Вакуленко Ю.В. Сидерація як фактор підвищення родючості ґрунтів. Науково-методичний журнал. 2008. Т. 81. Вип. 68. Екологія: Сучасний стан родючості ґрунтів та шляхи її збереження. Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П. Могили. С. 51-54.

20. Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Вплив видів і доз мінеральних добрив на врожай сидеральних культур у Правобережному Лісостепу. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2014. Вип. 86. Ч. 1: Агрономія. С. 13-17.

21. Носенко Ю. Сидерати: зелена альтернатива. Агробізнес сьогодні. 2011. № 12. С. 24-27.

22. Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Рециркуляція біогенних елементів у ґрунті за різних сидератів та їх удобрення. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2016. Вип. 88. Ч. 1: Сільськогосподарські науки. С. 7-16.

23. Науменко М.Д., Михалевич О.Ф. Вплив сидерації на забур’яненість полів у Західному Поліссі. Аграрна наука – виробництву. 2013. № 1. С. 8.

24. Еколого-економічна ефективність використання сидератів / Писаренко В.В. та ін. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2012. № 3. С. 122126.

25. Зінченко О.І., Алексєєва О.С., Приходько П.М. Біологічне рослинництво: навч. посібник. Київ: Вища школа, 1996. 239 с.

26. Іваніна В.В. Агрохімічні основи біологізації системи удобрення культур в сівозмінах Правобережного Лісостепу України автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д. с.-г. наук: 06.01.04. Харків, 2014. 44 с.

27. Качмар О., Бульо В., Сорочинський В., Оліфір Ю. Дешеві зелені добрива. Farmer. 2009. № 3/4. С. 26-28.

28. Науменко М.Д. Вплив сидеральних культур на стабільність землеробства в Західному Поліссі. Зб. наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН». К.: 2010. Вип. 3. С. 121-126.

29. Ковальчук О.П. Вплив сидератів на поживний режим ґрунту і врожайність культур у короткоротаційній сівозміні. Вісник аграрної науки. 2011. № 8. С. 75-76.

30. Прасол В.І., Міщенко Ю.Г., Давиденко Г.А. Розробка сидеральної системи удобрення для умов Північно-Східного Лісостепу України. Зб. наук.пр. Уманського державного аграрного університету (спеціальний випуск): Біологічні науки і проблеми рослинництва. Умань, 2003. С. 808-813.

31. Кривда Ю.І., Буджерак А.І. Реакція буряку цукрового та соняшнику на нові екологічно безпечні біораціональні добрива. Наукові праці: Науковометодичний журнал. Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П. Могили, 2008. Т. 82. Вип. 69. С. 41-46.

32. Білоткач І.А. Інституціональне забезпечення розвитку інфраструктури ринку органічної сільськогосподарської продукции. Інвестиції: практика та досвід. 2019. № 3. С. 12-20.

33. Organic Market Development in Ukraine. Available at. URL: https://ukraine.fibl.org/en/ua-about-project.html. (дата звернення 11.08.2020).

34. Сайт Федерації органічного руху України. URL: http://www.organic.com.ua/uk/homepage/2010-01-26-13-42-29. (дата звернення 11.08.2020).

35. Кіріченко В.В., Костромін В.М. Перспективи застосування сидеральних парів в Лісостепу України. Харків, 2007. 132 с.

36. Греков В.О., Панасенко В.М. Стан родючості ґрунтів України за даними VIII туру агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення. К.: Мінагрополітики, Центрдержродючість, 2009. 48 с.

37. Дацько Л.В. Сила поля в гумусі. Вісник Львів. держ. аграрного ун-ту. 2006. № 10. С. 387-391.

38. Державний класифікатор України. Класифікатор відходів ДК 005-96. URL: http://plast.vn.ua/DK005-96.html (дата звернення 29.12.2021.).

39. Фролов С., Кохан А. Використання соломи ранніх зернових як органічного добрива. URL: http://apk.adm-pl.gov.ua/storinka/vikoristannyahttp://apk.adm-pl.gov.ua/storinka/vikoristannyasolomi-rannih-zernovih-yak-organichnogo-dobrivasolomi-rannih-zernovih-yakorganichnogo-dobriva (дата звернення 29.12.2021.).

40. Пришвидшення мінералізації соломи та пожнивних решток. URL: https://zeolit.com.ua/attach/ceovit_ 259.pdf (дата звернення 29.12.2021.).

41. Попов С., Авраменко С., Манько К. Немає гною – візьміть солому! Agroexpert. URL: https://btu-center.com/upload/ images/stories/u_to_know/agroexp(6)14.pdf (дата звернення 29.12.2021.).

42. Cerbari V. Phyto-technology for Remediation of Chernozem in the South of Moldova Soil as World Heritage. Ed. D. Dent, Springer Dordrecht Heidelberg. New York / London, 2013. P. 381-389.

43. Cheng W., Kuzyakov Y. Root effect on soil organic matter decomposition. Roots and soil management: interactions between roots and the soil: agronomy monograph no 48. USA: American Society of Agronomy, 2005. P. 119-143.

44. Gilbert N. The disappearing nutrient. Nature. 2009. V. 461. P. 716-718.

45. Hospodarenko G.M., Lysianskyi O L. Changes in organic part of the soil and acid-base balance depending on green manure fertilization in podzolized chernozem. Agricultural Science and Practice. 2016. № 2. P. 11-18.

46. Talgre L., Lauringson E., Makke A., Lauk L. Biomassproduction and nutrient binding of catch crops. Zemdirbyste-Agriculture. 2011. V. 98. № 3. P. 251258.

47. Tulina A.S., Semenov V.M., Rozanova L.N. Influence of moisture on the stability of soil organic matter and plant residues. Eurasian Soil Science. 2009. V. 42. № 11. P. 1241-1248.

48. Єщенко В.О. Солома злакових культур як джерело поповнення грунту органічною речовиною. URL: https://journal.udau.edu.ua/assets/files/90/Agro/Ukr/10.pdf (дата звернення 29.12.2021.).

49. Кузнецова А. Використання соломи в Україні – можливості та перспективи. К.: Інститут економічних досліджень та політичних консультацій, 2010. 24 с.

50. Петриченко В.Ф., Панасюк Я.Я., Заболотний Г.М., Середа Л.П. Сучасні системи землеробства України. Вінниця: Діло, 2006. 212 с.

51. Грунти України: властивості, генезис, менеджмент родючості / [Купчик В.І., Іваніна В.В., Нестеров Г.І. та ін.]; Ред. В.І. Купчик. К.: Кондор, 2007. 414 с.

52. Півошенко І.М. Клімат Вінницької області. Вінниця: Віноблдрукарня, 1997. 240 с.

53. ДСТУ ISO 10381-1:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 1. Настанови щодо складання програм відбирання проб. [Чинний від 2006.04.01]. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 36 с.

54. ДСТУ 4770.1:2007 – ДСТУ 4770.9:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю (цинку, кадмію, заліза, кобальту, міді, нікелю, хрому, свинцю) в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з pH 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009.01.01]. К.: Держспоживстандарт України, 2009. 117 с.

55. Методики визначення складу та властивостей ґрунтів / С.А. Балюк, В.О. Барахтян, М.Є. Лазебна; за ред. Балюка С.А. Х., 2004. С. 193-210.

56. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «Нічлава», 2003. 320 с.

57. ДСТУ 7863:2015 Якість ґрунту. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфілда. [Чинний від 2016.01.01]. К. УкрНДНЦ, 2016. 9 с.

58. ДСТУ 4115-2002 Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. [Чинний від 2003.01.01]. К. Держспоживстандарт України, 2003. 12 с.

59. Методика проведення дослідів по кормовиробництву / Під ред. А.О. Бабича. Вінниця, 1994. 96 с.

60. Вергунова І.М. Основи математичного моделювання для аналізу та прогнозу агрономічних процесів. К.: Нора-принт, 2000. 146 с.

61. Мацибора В.І. Економіка сільського господарства. К.: Вища школа, 1994. С. 136-153.

62. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай, 1988. 208 с.

63. Альтернативні заходи відтворення родючості ґрунтів в сучасних умовах господарювання. URL: https://khoda.

gov.ua/alternativn%D1%96zahodiv%D1%96dtvorennja-rodjuchost%D1%96-grunt%D1%96v--vsuchasnih-umovahgospodarjuvannja (дата звернення 2.01.2022.).

64. Попов С., Авраменко С., Манько К. Немає гною – візьміть солому! Agroexpert. URL: https://btu-center.com/upload/images/stories/u_to_know/agroexp(6)14.pdf (дата звернення 2.01.2022.).

ДОДАТКИ