

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**05.10 – КМР. 973 “С” 2022.08.26 007 ПЗ**

**ЗАБОЛОТНЬОГО ВАДИМА АНАТОЛІЙОВИЧА**

**2022 р.**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Агробіологічний факультет

НУБІП України

УДК 631.816:633.15

ПОГОДЖЕНО  
Декан агробіологічного  
факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри Агрохімії та  
продукції рослинництва ім.

О.П. Душечкіна

Тонха О.Л.

Бикін А.В.

(підпис)

(ПІБ)

(підпис)

(ПІБ)

“ ” 2022 р.

“ ” 2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
на тему «Диференційоване внесення агрохімічних ресурсів за вирощування  
кукурудзи на зерно»

Спеціальність 201 «Агрономія»  
(код і назва)

Освітня програма Агрохімічний сервіс у прецизійному агропромисловому виробництві  
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

Д. С.-Г. Н. проф.

Бикін А.В.

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

К. С.-Г. Н. доц.

Бикіна Н. М.

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(ПІБ)

Виконав

Заболотній В. А.

(підпис)

(ПІБ студента)

НУБІП України

КИЇВ – 2022

## Зміст

<b>ВСТУП</b> .....	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ I. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ЗА ВИКОРИСТАННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ</b> .....	<b>7</b>
1.1. Використання дистанційного моніторингу за вирощування сільськогосподарських культур.....	7
1.2. Завдання дистанційного моніторингу.....	10
1.3. Умови живлення кукурудзи на зерно.....	12
<b>РОЗДІЛ II. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ</b> .....	<b>15</b>
2.1 Ґрунтові умови проведення дослідження.....	15
2.2. Погодні умови проведення досліджень.....	16
2.3. Методика проведення досліджень.....	20
2.4. Розрахунок вегетаційного індексу NDVI.....	23
<b>РОЗДІЛ III ВПЛИВ ПІДЖИВЛЕННЯ НА АГРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТЕМНО-СІРОГО ОПДЗОЛЕНОГО ҐРУНТУ</b> .....	<b>31</b>
3.1 Оптимізація умов живлення кукурудзи на зерно за диференційованого використання азотних добривазотними добривами.....	31
3.2 Оптимізація умов живлення фосфорними і калійними добривами кукурудзи на зерно.....	37
<b>РОЗДІЛ IV ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО</b> .....	<b>43</b>
4.1 Вплив умов живлення на урожайність кукурудзи.....	43
4.2 Зміна показників якості зерна кукурудзи за різних умов удобрення.....	46
<b>РОЗДІЛ V ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО</b> .....	<b>50</b>
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	<b>53</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	<b>54</b>

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 55с., 15 табл., 1 рис., 53 джерела.

Магістерська робота присвячена диференційованому внесенню агрохімресурсів за вирощування кукурудзи на зерно.

Об'єктом досліджень були фізіологічні процеси в рослинах кукурудзи, агрохімічні процеси у темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті, урожайність та якісні показники зерна кукурудзи.

Основні завдання дослідження: дослідити вплив диференційованого внесення добрив на продуктивність кукурудзи, проаналізувати основні ростові процеси кукурудзи на зерно, визначити вплив умов живлення на величину врожаю та його показники якості.

Предмет дослідження: кукурудза на зерно, темно - сірий опідзолений легкосуглинковий ґрунт.

Методи досліджень – польовий, лабораторний.

Аналіз впливу диференційованого використання мінеральних добрив шляхом підживлення кукурудзи кальцієвою селітрою на фоні основного використання мінеральних добрив дозволяє оцінити його доцільність і вплив на якісні показники кукурудзи на зерно.

Найбільша урожайність була на ділянках з високим рівнем розвитку культури де на контролі отримали 10 т/га, а за використання підживлення кальцієва селітра 11,6 т/га та при підживленні Нітрабором 11,5 т/га. Приріст врожаю за використання підживлення був вищим на ділянці з середнім рівнем розвитку рослин за використання Нітрабору 1,8 т/га.

Найбільшу рентабельність отримали за вирощування кукурудзи на ділянці з високим рівнем розвитку культури та використанням кальцієвої селітри диференційовано - 121,5 %. Збільшення рівня рентабельності відмічено за середнього рівня розвитку культури за з підживленням Нітрабором на фоні основного внесення мінеральних добрив.

## ВСТУП

Точне землеробство – один із шляхів інтенсифікації сільського господарства. Наукова концепція точного землеробства базується на ідеї наявності неоднорідності в межах поля. Для його оцінки та визначення використовуються сучасні технології, такі як системи глобального позиціонування (GPS, ГЛОНАСС), спеціальні датчики, дані дистанційного зондування, такі як аерофотознімки, супутникові знімки та супутникові радіолокаційні знімки, а також спеціальні програми для управління сільським господарством на основі географічних інформаційних систем (ГІС). [1]

Важливим елементом технології точного землеробства є своєчасне виявлення та локалізація ділянок, де рослинність знижується в межах одного поля через різні фактори, такі як пошкодження рослин шкідниками та бур'янами, або дефіцит поживних речовин. На основі даних дистанційного зондування створюється сільськогосподарська технічна, електронна карта (СТЕК) для проведення технічних операцій, таких як внесення добрив і засобів захисту, а позиції агрегатів в гоні коригуються за допомогою сучасних навігаційних систем. [2, 43]

GPS-технологія виключає необхідність використання маркерів та інших методів орієнтування, підвищує ефективність технічних операцій за рахунок точного контролю роботи агрегатів, а також реалізація основних положень інтегрованої системи керованого землеробства, зокрема, моніторинг стану ґрунтів, внесення добрив, оранки, посіву та догляду за рослинами, були б неможливими без GPS-систем. [3]

Методи зондування можуть бути пасивними, що використовують природні відбиття і вторинне теплове випромінювання від об'єктів, що лежать на земній поверхні, обумовлене сонячною активністю, або активними, що використовують спеціальне наведене випромінювання від об'єктів, ініційоване штучними індикаторними джерелами. Дані дистанційного зондування, отримані з космічних апаратів, сильно залежать

від прозорості атмосфери з цієї причини на космічних апаратах використовуються пасивні та активні багатоканальні прилади, які реєструють електромагнітне випромінювання різних спектрів. [4]

Весь матеріал космічних знімків з просторовою роздільною здатністю понад 2 м є повністю відкритим. Доступність такої інформації вважається однією з головних причин активного використання космічних знімків сьогодні. [5]

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ЗА ВИКОРИСТАННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ

### 1.1. Використання дистанційного моніторингу за вирощування сільськогосподарських культур

Основи планування врожайності як науки були закладені основоположниками агрономії в XIX та на початку XX століть, які всебічно вивчали потреби рослин в основних елементах життя. Серед вчених цього періоду - Ю.С. Лав, Г. Геррігель, Д.М. Плінішников, К.А. Тімірязєв, М.Є. Вільна, В.Г. Вільямс та багато інших.

Тридцять років 20 століття ознаменувалися більш інтенсивними науковими дослідженнями та впровадженням результатів таких досліджень у виробництво. Перші роботи за цією програмою були виконані російським

селекціонером картоплі А. Г. Лорхеном, який розробив систему для отримання врожайності бульб картоплі 50 т/га для умов Московської області, причому фактична врожайність перевищила 52,8 і в наступні роки досягла 70 т/га. Програма, розроблена А. Г. Лорхеном, включала в себе наступні

елементи повністю відповідали біологічним особливостям культури, росту і розвитку рослини в онтогенезі, і, крім того, надходження елементів живлення, води тощо в рослину регулювалося відповідно до вимог.

Наприкінці 30-х років 20 століття М. С. Савицький розробив програму отримання 10 т/га зерна озимої пшениці, яка відрізнялася від програми А. М.

Корольова. В основу програми Г. Лорха була покладена його формула, яка включала основні елементи структури врожаю - кількість рослин і продуктивних стебел на одиниці площі, кількість зерен у колосі, масу 1000

зерен, а також розрахунок і дозування добрив, необхідних для формування заданої врожайності, в результаті чого фактична врожайність становила 9,98 т/га. гектар.

Дослідження з планування врожайності проводив І.С. Шатілов, який обґрунтував еколого-біологічні та технічні умови планування врожайності.

Паралельно в ряді західноєвропейських країн розроблялися технічні прийоми економічного та ефективного використання одного гектара ріллі.

Дослідницькі центри різного профілю створені в Нідерландах (для розробки кількісних моделей виробничих процесів), Великобританії (Інститут тепличних культур), США, Філіппінах, Мексиці, Перу, Колумбії, Індії та Нігерії.

Згодом були створені точні прилади для контролю за ростом і розвитком рослин, збагатив науку новий експериментальний матеріал, зокрема з фотосинтетичної діяльності сільськогосподарських культур.

Важливість цієї проблеми передбачав ще К.А. Тімірязєв. Він зазначив, що "межі родючості ґрунту визначаються не кількістю внесених добрив чи води, а кількістю світлової енергії, що надходить на поверхню поля від сонця".

Рослини поглинають сонячну енергію завдяки дії хлорофілу, перетворюють її в хімічну енергію органічних сполук і накопичують біомасу. Тому навчитися керувати фотосинтетичною активністю рослин та досягти повного використання сонячної енергії сільськогосподарськими культурами є головним завданням для отримання максимально можливого врожаю".

Питанням фотосинтезу і підвищення продуктивності рослин у 50-70-х роках 20 століття займався А. А. Ничипорович, який стверджував, що врожайність зерна 60 ц/га можна вважати лише задовільною, а високі врожаї при повному використанні фотосинтетичної продуктивності культури повинні досягати 200 ц/га.

У 50-90-х роках минулого століття дослідження з формування врожайності сільськогосподарських культур проводились рядом дослідників

і сформувався наукова школа, А.М. Рябчиков і Т.І. Шашко розробили метод і запропонували формулу для визначення термо-гідротермічних параметрів рослинного організму та біологічної продуктивності рослини. Це дозволило їм розрахувати ймовірність формування культурою певного рівня



врожайності за різних ґрунтово-кліматичних умов; Н. А. Єфімова та Г. А. Молдау для розрахунку рівнів врожайності за надходженням ФАР використовували середньомісячні значення надходження ФАР за

вегетаційний період культури. А. М. Алпатов розробив методику розрахунку балансу припливу і відтоку води сільськогосподарськими культурами.

Зокрема, велика робота практично з усіх основних принципів програмування врожаїв була проведена в Московській сільськогосподарській академії імені К. А. Тімірязєва під керівництвом академіка І. С. Шатілова, а згодом його учня М. К. Каюмова.

Окремі проблеми планування врожайності для різних груп сільськогосподарських культур вивчалися в різних наукових інститутах колишнього Радянського Союзу. Під керівництвом А. А. Ничипоровича

здійснено важливі теоретичні розробки з підвищення фотосинтетичної продуктивності польових культур; К. П. Афендуловим обґрунтовано рекомендації щодо раціонального використання добрив під заплановані врожаї в умовах України, які були використані на площі близько 5 млн. га використаний.

Латвійський інститут сільського господарства та аграрної економіки розробив інформаційну комп'ютерну систему "ґрунт-врожай". Він складався з постійно оновлюваного банку даних з детальною інформацією про родючість ґрунтів, історію полів, врожайність основних

сільськогосподарських культур, винос поживних речовин з ґрунту сільськогосподарськими культурами, вміст поживних речовин в органічних

добривах тощо. Для зменшення обсягу накопичених даних було встановлено ряд нормативів у вигляді функціональних залежностей. Для формування банку даних і нормативів були використані всі доступні джерела інформації,

включаючи дані обстеження ґрунтів на наявність пестицидів, польові дослідження та рекомендації передових господарств. Майже всі господарства Латвії були обстежені за допомогою комп'ютера та складені рекомендації щодо використання добрив.

Автори PNDIGIM та команда науково-дослідних інститутів Північного Кавказу створили регіональну систему планування врожайності на основі алгоритму планування агропромислового комплексу (АПА). Алгоритм дозволяє фахівцям господарства планувати агрокомплекси на основі наявних даних про стан полів з урахуванням індивідуальних особливостей поля, технічних можливостей господарства і прогнозованих погодних умов, додаток містить різноманітні логічні умови у вигляді слів, математичних формул і таблиць, виражених у вигляді Він містить правила. У зонах, де є програмні служби врожайності з математичними моделями посівів, розрахунки проводились у комп'ютерних центрах. І саме тут вдалося підвищити якість планування. Досвід його широкого використання в господарствах Північного Кавказу показав, що своєчасне і якісне виконання всього комплексу технічних заходів забезпечило виробництво 6 т/га озимої пшениці, понад 8 т зерна кукурудзи та 60 т багаторічних трав і кукурудзи на силос.

## 1.2. Завдання дистанційного моніторингу

Супутникові системи спостереження, які можуть безперервно контролювати біофізичні процеси, що підвищують продуктивність сільськогосподарських угідь. Впроваджуючи такі системи, фермери прагнуть отримати більше вигоди, а держава - підвищити продовольчу безпеку. [11]

По-перше, як дані ДЗЗ можуть допомогти фермерам, власникам полів та сільськогосподарських угідь? Загалом, він допомагає приймати рішення щодо посіву, надаючи актуальну інформацію про наступне [11]

Умови ґрунтового покриття для планування структури посівів - наприклад, на бідних або деградованих землях краще висаджувати багаторічні та лікарські трави, ніж просапні культури, які все одно навряд чи дадуть врожай і будуть використовувати паливо та добрива для вирощування [7].

Стан посівів - чи проростають посіви, чи відновлюються озими після перезимівлі, чи накопичується і дозріває біомаса, чи є пошкодження хворобами або шкідниками, чи спостерігається значне пригнічення рослин, яке може бути пов'язане з дефіцитом поживних речовин, чи є потреба в іригаційних системах або засобах захисту?

Агроекологічний стан поля - спостереження за погодою, кліматом та пестицидним статусом. Наприклад, можна оцінити рівень вологості ґрунту та втрати врожаю через екстремальні несприятливі погодні умови, такі як сильні зливи або град.

Ефективність технічних процесів - коли, де і скільки добрив вносити, чи достатньо підготовлений ґрунт до посіву і як пом'якшити вплив несприятливих умов [8].

Історія поля - збір даних про те, що було посіяно на полі в попередньому році, яка була врожайність тощо.

Ідентифікація точок відбору зразків - для зменшення кількості точок відбору зразків для детального аналізу польових умов виділяються однорідні та неоднорідні ділянки поля відповідно до ґрунтового покриття та стану посівів. На національному рівні моніторинг атмосфери є важливою сферою управління. [15]

Інвентаризація посівів - визначення структури та площі посівів для національної статистики, [11].

Прогнозування врожаю - планування імпортно-експортних операцій, прогнозування ринкових цін на продовольчі товари [6].

Стан сільськогосподарських угідь - виявлення незаконного або невикористовуваного сільськогосподарського землекористування, заростання ріллі деревно-чагарниковою рослинністю, порушення сівозмін [12].

Агрокліматичні умови району або області - прогнози вегетаційних явищ в агроландшафті, прогнози наслідків зміни клімату, планування заходів з адаптації до зміни клімату.

### 1.3. Умови живлення кукурудзи на зерно

Кукурудза потребує достатньої кількості поживних речовин у формі, яка легко засвоюється ґрунтом: для виробництва однієї тонни зерна кукурудза споживає такі поживні речовини [17] – 25-30 кг азоту, фосфор 10-15 кг, калій 30-40 кг, кальцій 6-10 кг, 6-10 кг магнію.

Для розрахунку кількості добрив, що вносяться під кукурудзу, аналіз ґрунту є єдиним надійним способом визначення поживних речовин, необхідних для отримання запланованого врожаю. [17, 51]

При дуже високому рівні поживних речовин ніяких додаткових добрив не потрібно (хоча в наших умовах це більше фантастика, ніж реальність). [16]

Кукурудза споживає азот під час вегетації. Рослини засвоюють азот переважно у формі нітратів та амонію, причому амоній краще засвоюється на початку розвитку, а нітрати - на пізніх стадіях розвитку. Азот - це елемент, який легко вивільняється з ґрунту, тому в ідеалі його слід вносити якомога менше в той час, коли рослини потребують його найбільше. Найбільш ефективним способом використання азоту вважається до- або післясходове внесення азоту, але, залежно від типу ґрунту, ефективним є осіннє внесення азоту (у формі безводного амонію, який не вимивається першим). [17]

Перед посівом фахівці радять внести азотно-фосфорне комплексне добриво (30+30 кг/га). Таке початкове внесення добрив особливо важливе в холодному кліматі ранньою весною, оскільки нестача фосфору уповільнює розвиток рослин.

Повторно внести азотні добрива (30-50 кг/га) через 3-6 тижнів після посіву, коли починається інтенсивне утворення сухої речовини та активне водоспоживання. [19, 50]

Ознаками азотного голодування є низькорослість рослин, в'янення від кінчика листка до основи та жовті смуги навколо центральної жилки. Однак надлишок азоту також небезпечний, оскільки затримує дозрівання рослин і дозрівання зерна. Поява зеленої стерні на зрілих колосках може бути ознакою незбалансованого та надмірного внесення азоту. [17, 49]

Фосфор також необхідний під час вегетації кукурудзи і поглинається рослиною до дозрівання зерна. Потреба в ньому відчувається з самих ранніх етапів розвитку рослин. У районах з холодною весною рекомендується вносити близько 30 кг/га фосфору в діючій речовині разом з азотом перед посівом. Обприскувати на 5 см поруч з рядками з насінням і на 5 см глибше насіння. [19]

Дефіцит фосфору уповільнює ріст рослин (особливо на ґрунтах з низьким або високим рівнем рН), а в холодному кліматі ознаки фосфорного голодування проявляються сильніше. Листя набуває сильного пурпурно-фіолетового забарвлення і зникає, коли рослина досягає шести справжніх листків або 60-70 см у висоту. Інші можливі причини цього явища включають пошкодження комахами та нематодами, занадто малу глибину посадки та пошкодження, спричинені надмірною кількістю добрив та гербіцидів" [20]. Важливо зазначити, що наслідки дефіциту фосфору на ранніх стадіях розвитку рослин кукурудзи не можуть бути повністю компенсовані пізнім внесенням фосфору. [20]

Період найбільшого споживання калію припадає на перші шість тижнів росту кукурудзи, коли рослини поглинають до 12 кг/га калію на добу. Калій стимулює обмін речовин. Він особливо важливий для утворення цукрів і крохмалю. Хороше забезпечення калієм підвищує стійкість до вилягання, стеблової гнилі та пухирчастої сажки. При дефіциті калію листки здаються непропорційно довгими по відношенню до висоти рослини, нижні краї листків спочатку бліднуть, потім буріють, а верхівки і краї листків засихають і відмирають, немов опшарені. Качани квадратні, слабо виповнені дрібним зерном, із загостреними головками та слабо виповненою або відсутньою зав'яззю. [19, 52]

Крім основних поживних речовин, кукурудза потребує великої кількості мікроелементів, особливо магнію, цинку, міді, марганцю і бору; для отримання 7-10 т/га сухого зерна кукурудзи необхідно вносити близько 1-3 кг/га/рік цих елементів. [21, 53]

Цинк є одним з найважливіших елементів живлення для кукурудзи. Добрива, що містять цинк, слід вносити в нормі 1-2 кг/га до або відразу після посіву. Якщо сівозміна насичена кукурудзою і агроном хоче "попередити" дефіцит цинку в найближчі 2-3 роки, внесіть 4-5 кг/га цинкового добрива з діючими речовинами. [21, 53]

Для запобігання дефіциту та забезпечення культури магнієм рекомендується вносити магнієві добрива перед посівом. Для менш кислих ґрунтів підходить оксид магнею, для більш кислих - кальцієво-магнієві сполуки (доломіт). Сульфат магнею ідеально підходить для позакореневого підживлення. [21, 53]

Марганець не рекомендується вносити в ґрунт через його низьку засвоєваність рослинами та незначну дію. Для запобігання дефіциту слід подбати про те, щоб ґрунт був правильно оброблений, не надто глибоко і не надто мілко. У випадках явного дефіциту можна застосовувати позакореневе підживлення марганцем у всіх формах, включаючи сульфатні, оксидні та хелатні добрива. [19, 47]

Дефіцит бору підвищує ймовірність повної загибелі врожаю. Однак слід визнати, що такі недоліки трапляються дуже рідко, і несприятливі наслідки можна запобігти шляхом внесення борвмісних добрив у нормі 300 г/га діючої речовини на культуру. [20, 51]

Дефіцит заліза та міді зустрічається дуже рідко, а дефіцит хлору в кукурудзі практично відсутній. [21]

## РОЗДІЛ II. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

# НУБІП України

### 2.1 Ґрунтові умови проведення дослідження

Дослідження проводились на темно – сірому опідзоленому ґрунті в в

північній частині Лісостепу України

# НУБІП України

Темно-сірі лісові ґрунти відрізняються більшою потужністю гумусового горизонту і його темнішим забарвленням. Опідзоленість

морфологічно слабо виражена і проявляється у вигляді незначної

# НУБІП України

білуватої присипки  $\text{SiO}_2$  на поверхні структурних агрегатів в нижній частині гумусового горизонту. Горизонт L, як правило, меншої потужності, ніж у сірих лісових ґрунтів, і у верхній частині трохи забарвлений гумусом.

Зазвичай на глибині 120-150 см залягають карбонати. Вміст гумусу сягає 4-

5 %. Ємність поглинання мг-екв/100 г є середнім, вміст гідролітичної

# НУБІП України

кислотності становить 2,7 що є високим показником. Ступінь насиченості основами, 86,4% що є високим показником. [17, 46]

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

Таблиця - 2.1 Фізико-хімічні та агрохімічні показники темно – сірого одцзоленого ґрунту

Показники	Глибина відбору зразків, см
	0- 30
pH KCl	5,3
Вміст гумусу за методом Г. В. Тюріна	2,7
Ємність поглинання мг-екв/100 г	27,1
Гідролітична кислотність, мг-екв/100 г	2,8
Ступінь насиченості основами, %	84,2
N легкогід. мг/кг, методом Тюріна і Кенової	8,1
Рухомого фосфору P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг за методом Кірсанова в модифікації ЦНАО	237
Рухомого калію K <sub>2</sub> O, мг/кг за методом Кірсанов в модифікації ЦНАО	79

## 2.2. Погодні умови проведення досліджень

Клімат території дослідження - помірно-континентальний, м'який, з достатнім зволоженням. Середня річна температура, за даними багаторічних спостережень, становить +10,3. Пересічна температура найтеплішого місяця (липня) +22,1, а найхолоднішого (січня) -2,1.

Опадів випадає в середньому близько 550 мм за рік, найбільша їх кількість припадає на травень—липень. Осінь часто буває тепла й суха. Для літа характерна велика кількість сонячних днів і тривалий вегетаційний період. Сума активних температур поступово збільшується з Півночі на Південь від 2480 до 2700°. У цілому кліматичні умови сприятливі для вирощування сільськогосподарських культур.



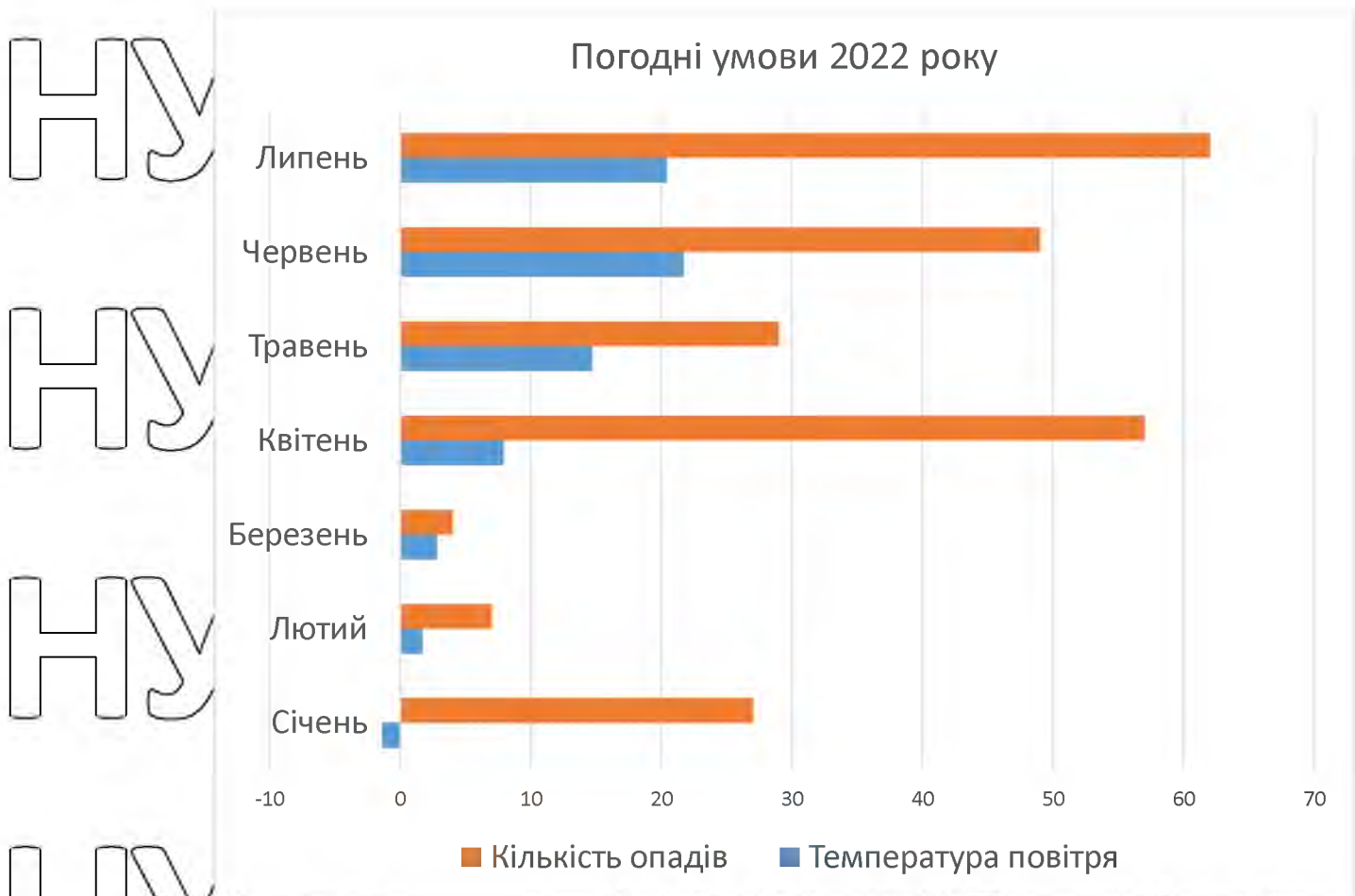


Рисунок - 2.1. Погодні умови 2022 року

Слід відмітити, що 2022 рік характеризувався зменшенням кількості опадів, а також зростанням показників температури. Таким чином в 2022 році для сільськогосподарських культур значно зменшилися показники вологи якої і так не вистачало в минулі роки.

НУБІП України

НУБІП України

Місяць	Температура повітря			Вологість повітря, %	Висота сніжного покриву, см	Кількість опадів, мм
	Сер.	Мін.	Макс.			
Січень	-2.1	-20.0	+8.4	86	18.2	43
Лютий	-0.4	-15.7	+11.5	78	13.3	48
Березень	+4.8	-7.7	+19.1	63	1.1	22
Квітень	+9.5	-1.8	+23.3	54	-	45
Травень	+14.6	+2.1	+26.7	70	-	94
Червень	+22.2	+5.7	+34.7	61	-	47
Липень	+22.1	+11.7	+33.3	62	-	61
Серпень	+21.1	+11.1	+34.0	61	-	48
Вересень	+15.9	+3.1	+34.3	64	-	23
Жовтень	+10.6	-2.0	+24.0	73	-	45
Листопад	+4.4	-9.7	+18.7	84	2.3	29
Грудень	+0.2	-13.0	+15.6	89	1.7	50

Таблиця 2.2 - Середньобагаторічні показники погодніх умов

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП У

### 2.3. Методика проведення досліджень

Мета дослідження: вивчити вплив підживлення кукурудзи на зерно в зонах з різним розвитком рослин.

Технологія вирощування кукурудзи на зерно загальноприйнята для даної зони. Густина посіву складала 78,5 тис. насінин/га, глибина загортання 4-5 см, міжряддя шириною 70 см. Для вирощування кукурудзи на зерно виконувало такі операції: восени після збирання попередник виконувалося щільовання трактором JD 8300, на весні для закриття вологи використовували дискування трактором JD 6195 M (юпітер).

Щодо системи удобрення використовували в основне внесення карбонату (120 кг/га) і калій хлористий (150 кг/га). На весні виконувалось передпосівне внесення КАС 24 + 2,4% S і посів з одночасним внесенням РКД 8:24 (200 кг/га). І-позакореневе підживлення Еколайн цинк (1л/га) і Еколайн Кук (3 л/га) вперіод 3-5 листків для забезпечення рослин мікроелементами.

Таблиця 2.5 Система використання добрив за вирощування кукурудзи на зерно на дослідній ділянці

№	Матеріали	Одиниця виміру	Площа, га	Кількість/га	Кількість на всю площу
Добрива					
1	Карбомід	т	27	0,12	3,24
2	Калій хлористий	т	27	0,15	4,05
3	Еколайн Кук. (хелат)	л	27	3	81
4	Еколайн Цинк (хелат)	л	27	1	27
5	КАС 24 + 2,4% S	т	27	0,1	2,7
6	РКД 8,24	т	27	0,2	5,4
Гербіциди					
1	Лаудіс	л	27	0,5	13,5
2	Прилипач Мерро	л	27	2	54

Площа поля становила 28 га. Дослід складався з 3 ділянок з різним рівнем розвитку рослин. [37, 38]

Таблиця 2.3. - Схема польового досліду

Рівень розвитку рослин	Варіант підживлення	Фізична маса добрив кг/га	Строки внесення	Спосіб внесення
Високий	Фон: N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> - Контроль (без підживлення)	-	-	-
	Фон: N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> Кальцієва селітра (CaNO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> N <sub>30</sub>	177	23.06.2022 р. (фаза 7 листків)	Поверхнево з подальшим заробленням в ґрунт
	Фон: N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> Нітрабор (CaNO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + B N <sub>30</sub> , B <sub>0,5</sub>	193	23.06.2022 р. (фаза 7 листків)	Поверхнево з подальшим заробленням в ґрунт
Середній	Фон: N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> - Контроль (без підживлення)	-	-	-
	Фон: N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> Кальцієва селітра (CaNO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> N <sub>30</sub>	177	23.06.2022 р. (фаза 7 листків)	Поверхнево з подальшим заробленням в ґрунт
	Фон: N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> Нітрабор (CaNO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + B N <sub>30</sub> , B <sub>0,5</sub>	193	23.06.2022 р. (фаза 7 листків)	Поверхнево з подальшим заробленням в ґрунт
Низький	Фон: N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> - Контроль (без підживлення)	-	-	-
	Фон: N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> Кальцієва селітра (CaNO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> N <sub>30</sub>	177	23.06.2022 р. (фаза 7 листків)	Поверхнево з подальшим заробленням в ґрунт
	Фон: N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> Нітрабор (CaNO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + B N <sub>30</sub> , B <sub>0,5</sub>	193	23.06.2022 р. (фаза 7 листків)	Поверхнево з подальшим заробленням в ґрунт

Відбір зразків проводився в такі фази розвитку 7 листків, цвітіння і воскова стиглість (ДСТУ 13586-83). Визначали біометричні показники: висота рослин, кількість листків, товщина стебла, довжина міжвузля, площа листової поверхні, маса надземної частини.

При відборі проб ґрунту визначили: амонійний азот за фотометричним методом (ДСТУ 7630:2014), нітратний азот за іонселективним методом (ДСТУ 7629:2014), рухомі сполуки фосфору і рухомі сполуки калію за методом Кірсанова (ДСТУ 44052005).

З кожної ділянки відбирали качани для встановлення структури врожаю: маса качана, кількість рядів зерен, кількість зерен у ряді, вага зерна, маса 1000 (ДСТУ4138-2002).

І в подальшому зерно яке залишилось після визначення структури врожаю було відпралено в лабораторію для визначення його якісних показників (ДСТУ-4117-2002): білку, крохмалю, олійність.

#### 2.4. Розрахунок вегетаційного індексу NDVI

NDVI є найбільш відомим індикатором. NDVI легко розраховується, має найширший динамічний діапазон серед поширених ВК і помірно чутливий до змін ґрунтового та атмосферного фону, за винятком випадків, коли рослинність розріджена. NDVI є найбільш зручним показником для кількісної оцінки кількості рослинності, просто дивлячись на рослинність на знімку. [23, 42]

NDVI (нормалізований різницевий вегетаційний індекс) - це показник здоров'я рослин, який розраховується на основі того, як рослинність відбиває та поглинає різні світлові хвилі. [23]

Наприклад, рослини здаються нашим очам зеленими тому, що пігмент хлорофіл добре відбиває зелені радіохвилі. Хлорофіл також поглинає червоні хвилі, що дозволяє відбуватися фотосинтезу і розвиватися

культури. А клітинні структури рослин відбивають ближнє інфрачервоне випромінювання. Було виявлено, що здорові рослини з високим вмістом хлорофілу і хорошою клітинною структурою активно поглинають світло в червоному спектрі і відбивають ближній інфрачервоний. Хворі рослини ..... Зовсім навпаки. [24, 41]

Щоб визначити здоров'я рослини, потрібно порівняти її показники поглинання та відбиття в червоному (Red) та інфрачервоному (Nir) спектрах. Це NDVI. [24]

Важливо розуміти, що NDVI є індикатором стану рослин і нічого не говорить про причину тієї чи іншої ситуації. Скоріше, це підказка до того, що відбувається на місцях. розглянемо три сценарії, в яких використовується вегетаційний індикатор NDVI. Це початок, середина і кінець сільськогосподарського сезону. [25, 40]

Висновок такий: якщо спостерігаються незвичні значення NDVI, тобто значення, які суттєво відрізняються від загальних показників по полю, потрібно визначити "проблемну зону". [25]

В середині сезону показник NDVI можна використовувати для моніторингу росту рослин в полі. Якщо значення індексу середньо-високе (0,5-0,85), то існує висока ймовірність того, що з сайтом все гаразд. Якщо індекс низький, рослині може чогось не вистачати, наприклад, води або поживних речовин. Доцільно перевірити такі ділянки. [23, 39]

Індекс NDVI часто використовується для картографування азотних добрив, щоб розрізнити їх між собою. Фахівцям потрібно розуміти, що цей показник лише вказує на відносний стан рослинного покриву і не дає прямої інформації про азотне забезпечення рослин. Необхідність внесення добрив, строки виконання та кількість внесених добрив встановлюються експертом самостійно. [24]



Там, де існує кореляція між станом рослин і станом живлення азотом, слід застосовувати диференційоване внесення азотних добрив. Є зони високої, середньої та низької вегетації, після чого фермер самостійно встановлює кількість добрив. З нашого досвіду, найкращою системою внесення азоту є наступна. [15, 35]

Якщо вегетаційний індекс на ділянці високий, дозу добрив слід зменшити на 10-30% від середньої норми.

Індекс рослинності ділянки середній: дозу слід збільшити до 20-25% від середнього показника. [14]

Індекс рослинності об'єкту є низьким/спершу необхідно визначити причини перебування об'єкту у стресовому стані.

Індекс NDVI також використовується для моделювання відносної врожайності поля. Ця інформація використовується для створення карт диференційованого внесення фосфорних та калійних добрив. [25]

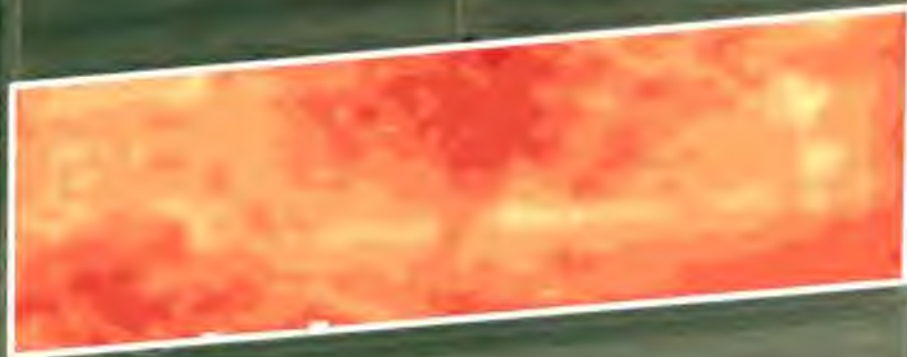
Наприкінці сезону індекс NDVI може бути використаний для визначення того, які поля готові до збору врожаю. Чим нижчий індекс, тим ближче поле до дозрівання. Оптимальне значення індексу в цьому випадку знаходиться в межах від 0,3 до 0,35. Існує припущення, що індекс NDVI може бути використаний для визначення норми внесення десикантів. [23, 36]

Під час дослідження я використовував програму "Моніторинг посівів", яка використовує супутник "Sentinel-2", отримує знімки кожні п'ять днів і має просторову роздільну здатність 10 м/піксель.

НУБІП України

Таблиця 2.4 - Показники NDVI на полі дослідів в період вегетації

01.06.2022 р. (NDVI mean - 0.28)



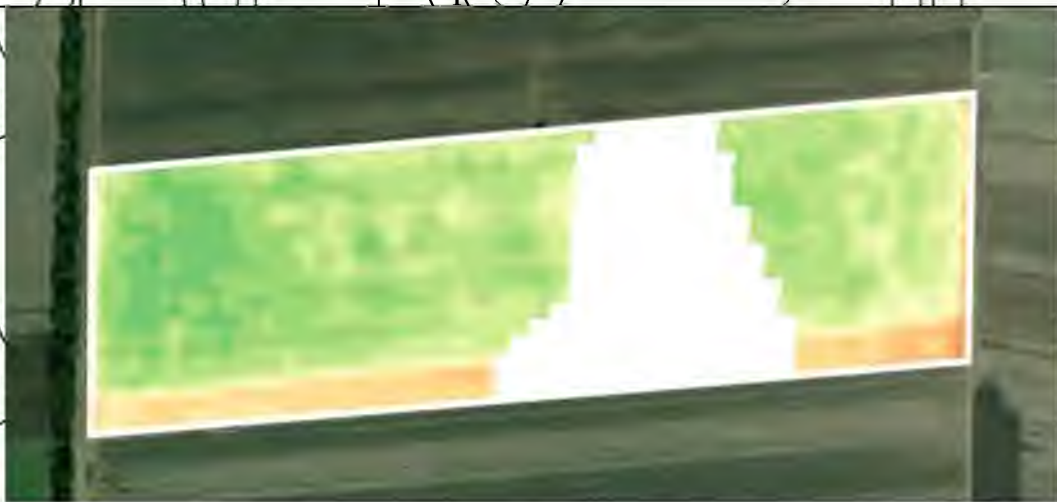
06.06.2022 р. (NDVI mean - 0.32)



11.06.2022 р. (NDVI mean - 0.42)



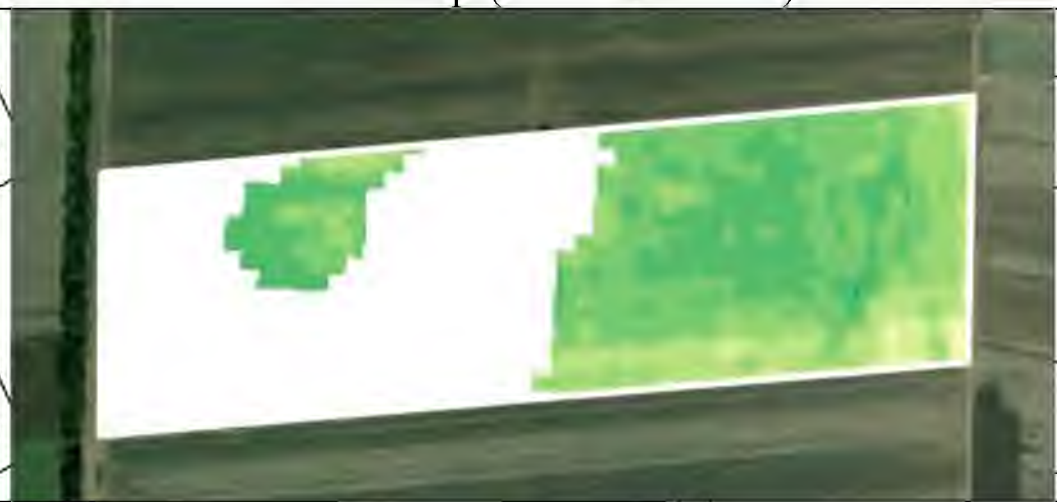
21.06.2022 р. (NDVI mean - 0.63)



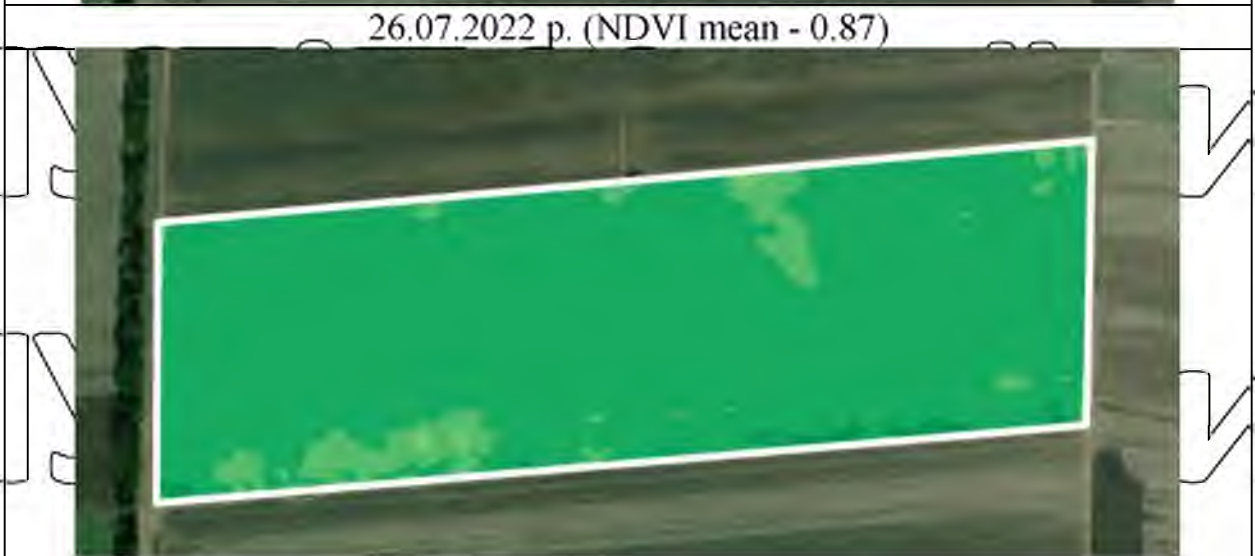
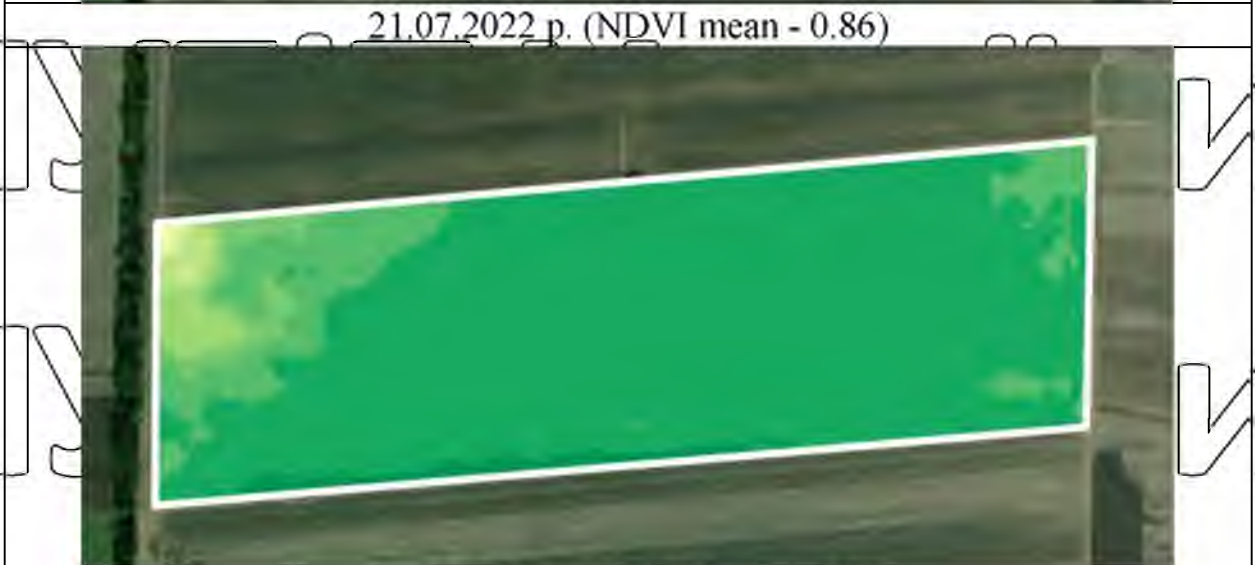
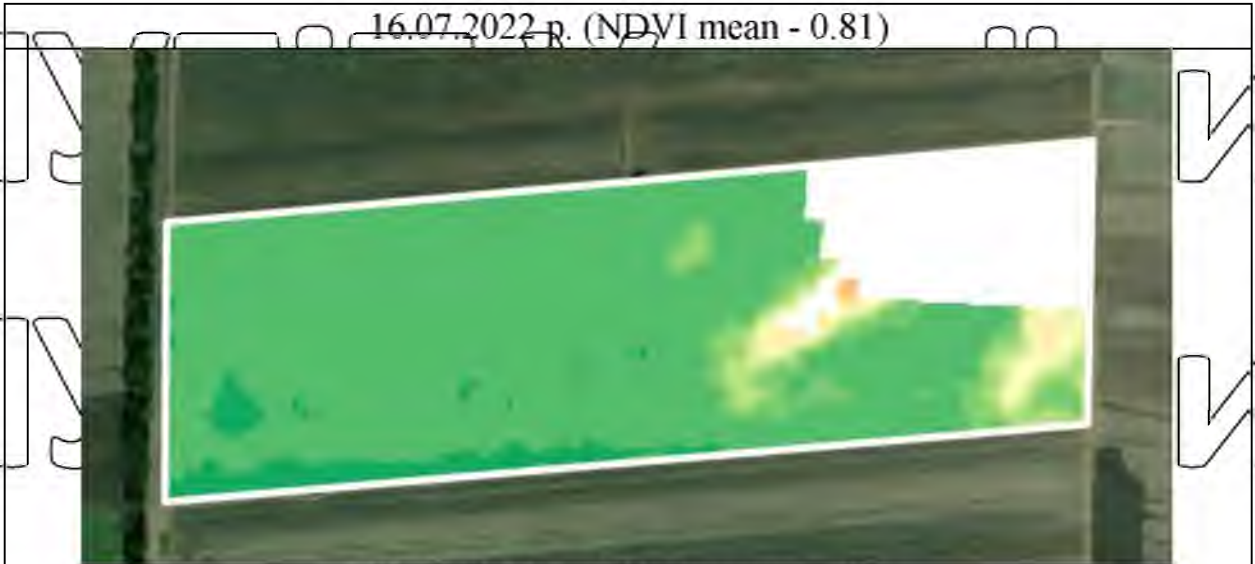
01.07.2022 р. (NDVI mean - 0.79)



06.07.2022 р. (NDVI mean - 0.75)







31.07.2022 р. (NDVI mean - 0.84)



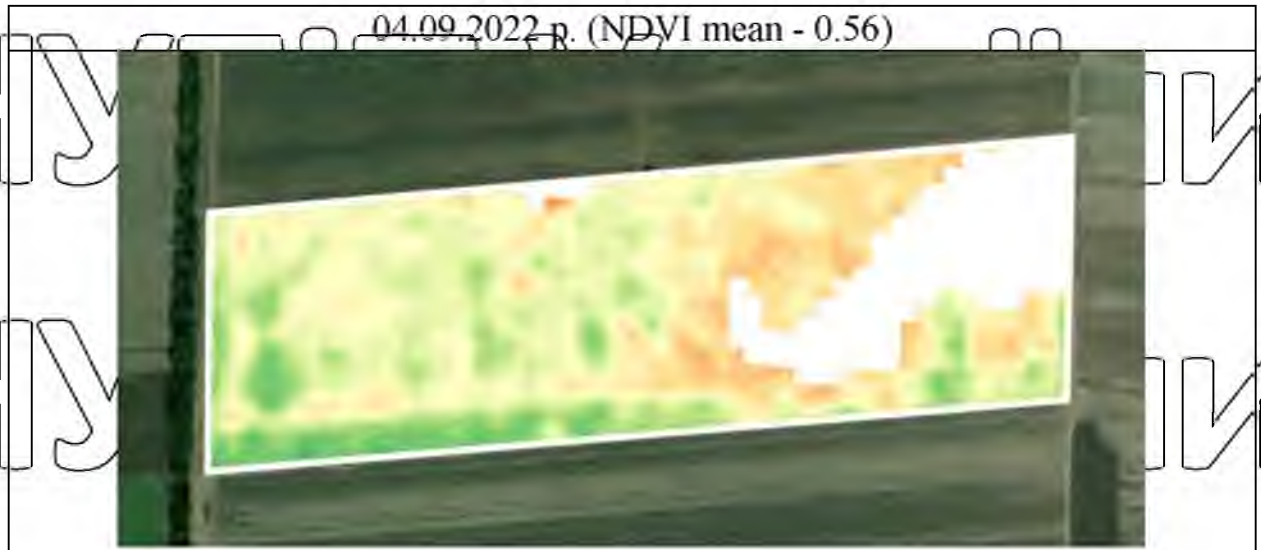
25.08.2022 р. (NDVI mean - 0.75)



30.08.2022 р. (NDVI mean - 0.66)







Гібрид який вирощувався на даному полі дослідів пересівався і посів був виконаний 20 травня. Як свідчать супутникові знімки за показниками NDVI кукурудза активно наберала вегетаційну масу з моменту посіву до 26.07.2022 року і в своєму піку розвитку mean становило 0.87 що є достатнім показником для розвитку рослин. З 26.07.2022 р. рослина почала втрачати в своїй масі і почала свої ресурси витрачати на утворення качанів (урожаю). В період з 04.09.2022 р. знімки не виконувались адже погода була хмарною що неуможливило визначення показнику NDVI.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ ЦІ ВПЛИВ ПІДЖИВЛЕННЯ НА АГРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТЕМНО-СИРОГО ОПІЗДІЛЕНЕГО ҐРУНТУ

# НУБІП України

### 3.1 Оптимізація умов живлення кукурудзи на зерно за

#### диференційованого використання азотних добрив азотними добривами

# НУБІП України

Азот необхідний для росту рослин і є невідомою частиною кожної живої клітини. В ґрунті міститься три основні форми азоту. Однією з таких форм є органічний азот, що є частиною органічної речовини тобто гумусу, не доступний для рослини та становить 97 – 98% від загального азоту в ґрунті. Амонійний азот - друга форма азоту яка наявна в ґрунті, що утримується ґрунтовими колоїдами. Амонійна форма азоту є менш доступною для рослин ніж нітратна. Менше ніж 1% від загального ґрунтового азоту наявна в ґрунті у вигляді аміку. Нітратні форми азоту присутні в ґрунті 1 – 2% від загального вмісту азоту в ґрунті [26, 47]

# НУБІП України

В середньому вміст азоту в кукурудзі 2 – 6%. За оптимальних умов 70% азоту до рослини надходить з макродобрив. У середньому за вирощування кукурудзи надходження азоту близько 50%. За несприятливих умов надходження становити лише 25%. Від хімічного і фізичного впливу та погодних умов залежить активність роботи мікроорганізмів. Кукурудза поглинає з ґрунту нітратний азот та іони амонію і використовує його для утворення білків, амінокислот, нуклеїнових кислот і хлорофілу. Слабке забарвлення рослини зеленим кольором або навіть пожовтіння ознака дефіциту азоту в її живленні. [27]

# НУБІП України

Важливим елементом для вирощування кукурудзи є кальцій, його вміст в ґрунті в межах 60%. Якщо ґрунтові колоїди не забезпечені кальцієм то азот не забезпечить високого врожаю. Після збалансування основ, 60 – 70% кальцію і 10 – 20% магнію, можна розглядати азот як фактор високої врожайності. [44, 45]

# НУБІП України

Динаміка зміни вмісту рухомого азоту в ґрунті є важливим показником, що впливає на ріст і розвиток рослин. [28]

# НУБІП України

# НУБІП УКРАЇНИ

№	Рівень розвитку	Варіант удобрення	Глибина відбору проб
---	-----------------	-------------------	----------------------

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 3.1 - Вміст амонійного азоту (NH<sub>4</sub>) в ґрунті за вирощування кукурудзи на зерно у фазу ВВСН 85 (мг/кг)



	рослин		0 – 25 см	25 – 50 см
1	Високий	N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> + Еколайн цинк (1л/га) + Еколайн Кук. (3 л/га) (3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	13,4	6,7
		Фон + N <sub>30</sub> (фаза 7 листків)	3,1	15,9
		Фон + N <sub>30</sub> , B <sub>0,5</sub> (фаза 7 листків)	7,2	5,2
2	Середній	N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> + Еколайн цинк (1л/га) + Еколайн Кук. (3 л/га) (3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	4,6	10,5
		Фон + N <sub>30</sub> (фаза 7 листків)	10,0	7,2
		Фон + N <sub>30</sub> , B <sub>0,5</sub> (фаза 7 листків)	9,2	2,8
3	Низький	N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> + Еколайн цинк (1л/га) + Еколайн Кук. (3 л/га) (3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	16,2	1,7
		Фон + N <sub>30</sub> (фаза 7 листків)	2,6	10,0
		Фон + N <sub>30</sub> , B <sub>0,5</sub> (фаза 7 листків)	17,8	10,5

# НУБІП України

Вміст амонійного азоту в ґрунті за вирощування кукурудзи на зерно змінювався за фазами росту та розвитку рослин кукурудзи і залежав від інтенсивності використання рослинами культури. Найбільшим вміст амонійного азоту був за низького рівня розвитку рослин за підживлення Нітрабором  $(\text{CaNO}_3)_2 + \text{B}$  ( $\text{N}_{30}, \text{B}_{0,5}$ ) в шарі ґрунту 0 – 25 см і становив 17,8 мг/кг.

Назчим вміст амонійного азоту відмічався на ділянці з низьким рівнем розвитку рослин на контролі (без підживлення) на глибині 25 – 50 см - 1,7 мг/кг.

Високим вміст амонійного азоту спостерігався в шарі ґрунту 0 – 25 см, за низького рівня розвитку на контролі (без підживлення) 16,2 мг/кг, і з високим рівнем розвитку на цьому ж варіанті - 13,4 мг/кг.

За середнього рівня розвитку рослин в шарі ґрунту 25-50 см, за використання основного удобрення цей показник був на рівні 10,5 мг/кг, тоді як на ділянці з високим рівнем розвитку та підживлення кальцієвою селітрою  $\text{N}_{30}$  - 15,9 мг/кг, за використання нітрабору у фазу 7 листків рослин кукурудзи за низького їх розвитку ( $\text{N}_{30}, \text{B}_{0,5}$ ) показник вмісту амонійного азоту також був вищим.

Низькими показниками вмісту амонійного азоту характеризувалися ділянки з високим рівнем розвитку рослин та внесенням кальцієва селітра ( $\text{N}_{30}$ ) - 3,1 мг/кг, із середнім рівнем на контролі (без підживлення) - 4,6 мг/кг, за внесення  $\text{N}_{30}$  кальцієвою за низький рівень розвитку - 6 мг/кг.

З глибиною вміст амонійного азоту зменшувався, так в шарі 25 – 50 см, на ділянці середнього рівня розвитку рослин кукурудзи та внесення нітрабору  $\text{N}_{30}, \text{B}_{0,5}$  він був на рівні 2,8 мг/кг, та за високого рівня розвитку за аналогічних умов удобрення - 5,2 мг/кг.

Таблиця 3.2 - Вміст нітратного азоту ( $\text{NO}_3$ ) в ґрунті за вирощування кукурудзи на зерно у фазу ВВСН 85 (мг/кг)

№	Рівень розвитку рослин кукурудзи	Варіант підживлення	Глибина відбору зразків	
			0 – 25 см	25 – 50 см
1	Високий	$\text{N}_{151}, \text{P}_{24}, \text{K}_{132}$ + Еколайн цинк (1л/га)+ Еколайн Кук. (3 л/га) ( 3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	8.9	6.2
		Фон + $\text{N}_{30}$ (фаза 7 листків)	6.2	7.4
		Фон + $\text{N}_{30}, \text{B}_{0,5}$ (фаза 7 листків)	13.8	8.7
2	Середній	$\text{N}_{151}, \text{P}_{24}, \text{K}_{132}$ + Еколайн цинк (1л/га)+ Еколайн Кук. (3 л/га) ( 3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	4.6	2.3
		Фон + $\text{N}_{30}$ (фаза 7 листків)	11	7.8
		Фон + $\text{N}_{30}, \text{B}_{0,5}$ (фаза 7 листків)	4.9	4.8
3	Низький	$\text{N}_{151}, \text{P}_{24}, \text{K}_{132}$ + Еколайн цинк (1л/га)+ Еколайн Кук. (3 л/га) ( 3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	8.1	2.6
		Фон + $\text{N}_{30}$ (фаза 7 листків)	4.3	8.3
		Фон + $\text{N}_{30}, \text{B}_{0,5}$ (фаза 7 листків)	10.5	8.5

Вміст нітратного азоту в ґрунті за вирощування кукурудзи на зерно змінювався під впливом використання азотних мінеральних добрив, процесів нітрифікації та використання рослинами кукурудзи. Найвищим

показником вмісту нітратного азоту характеризувалася ділянка з високим рівнем розвитку рослин та підживленням Нітрабор  $N_{30}, B_{0,5}$  в шарі ґрунту 0–25 см - 13,8 мг/кг.

За умови використання лише фонових внесень мінеральних добрив, без підживлення в шарі 25 – 50 см цей показник становив 2,3 мг/кг.

Найнижчим вміст нітратного азоту спостерігався за середнього рівня розвитку рослин.

Високими показниками вмісту нітратного азоту характеризувалися варіанти середнього рівня розвитку рослин за використання кальцієвої селітра  $N_{30}$  - 11 мг/кг, низького рівня з підживленням Нітрабор 10,5 мг/кг в шарі 0-25 см.

В шарі 25 – 50 см, на ділянці за високого рівня розвитку рослин та використання Нітрабор  $(CaNO_3)_2 + B (N_{30}, B_{0,5})$  вміст відповідно склав 8,7 мг/кг, за низького рівня та таких же умов підживлення - 8,5 мг/кг.

Низькими показниками вмісту нітратного азоту спостерігаються в таких варіантах в шарі ґрунту 0 – 25 см, середній рівень розвитку рослин за контролю (без підживлення) 4,6 мг/кг і внесення  $(CaNO_3)_2 + B (N_{30}, B_{0,5})$

- 4,9 мг/кг, також за цих же умов розвитку рослин та внесення кальцієвої селітри  $(CaNO_3)_2 (N_{30})$  4,3 мг/кг. З глибиною вміст нітратного азоту зменшувався.

### 3.2 Оптимізація умов живлення фосфорними і калійними добривами кукурудзи на зерно

Фосфор і калій є дуже важливими елементами, адже вони відповідають за правельне закладання качанів кукурудзи кількості зерен в ряді, і його повноцінній виконаності. Калійні і фосфорні добрива використовують в передпосівному внесенні добрив для забезпечення кукурудзи цими елементами. [27, 49]

Для утворення тони зерна кукурудзи потреба рослини в цих елементах складає: 30 кг азоту, 12 кг фосфору, 30 кг калію і 10 кг кальцію, 10 кг магнію, 3,5 кг сірки. Більшість цих елементів рослина використовує в фазу 4 листків, важливо щоб в цей період в наявності були всі наведені елементи. [28]

Калій допомагає в правильному засвоєнні азоту рослиною, за відсутності цього елемента ці процеси будуть порушені. При таких умовах рослина стає вразливою до різних патогенів. Забезпеченість кальцієм підвищує стійкість рослин до посухи. [29]

При використанні добрив їх використання потрібно корегувати відповідно до показнику рН, що не рекомендовано нижче 5,5 для рослин кукурудзи. Калій створює стійке поєднання в ґрунті з адсорбційним комплексом що ускладнює його вимивання в нижчі шари ґрунту. [30]

На легких ґрунтах всю дозу калію вносять осінню протягом 10 днів. На середніх і важких ґрунтах 75% від загальної дози калію використовують восени перед оранкою, а решту на весні. [31]

Фосфор рекомендовано використовувати безпосередньо в передпосівне внесення, адже цей елемент має велике значення на початкових етапах росту і розвитку кукурудзи. Фосфорне живлення впливає на правильність розвитку кореневої системи, а також цей елемент впливає на цвітіння. Кукурудза це культура яка чутлива до дефіциту

фосфору. В співвідношенні споживання рослини фосфору до калію, то калій/кукурудза споживає більше майже в 3 рази [32].

Споживання фосфору ускладнюється адже він майже не рухомий.

Дефіцит фосфору може стати великою проблемою, оскільки його прояв у вигляді пурпурно-фіолетового забарвлення вздовж листка і тебла може призвести до припинення росту з подальшим висихуванням і загибелі рослин. [33, 50]

За для уникнення фосфорного дефіциту його краще вносити як і калій в передпосівне удобрення, в комплексі з добривами які містять амонійний азот що допомагає в процесі поглинання фосфору. [34]

Відомо, що поглинання фосфору і азоту сільськогосподарськими культурами є взаємопов'язаним. Тому на ділянках поля із дефіцитом азоту погіршується використання рослинами фосфору із ґрунту.

В умовах нашого дослідження теж виявлені подібні тенденції (табл.). Так у стадії ВВСН 85) росту і розвитку рослин кукурудзи додаткове внесення азотних добрив не залежно від форми стимулювало поглинання рослинами мінеральних сполук фосфору, що позначалося на його вмісті в темно-сірому

опідзоленому ґрунті в зонах поля з активним ростом цієї сільськогосподарської культури (із середнім та оптимальним станом рослин).

Нами встановлено різний характер поглинання, а отже і вмісту в ґрунті рухомого фосфору у вищезазначених зонах. Так у зоні із оптимальним станом рослин у варіантах із кальцієвою селітрою вміст фосфору в ґрунті був найбільш низьким (174 мг/кг), у зонах із середнім станом рослин подібну тенденцію виявили у варіантах із Нітрабором (167 мг/кг). Це, можливо, свідчить про більш інтенсивне використання фосфору рослинами із ґрунту.

В зоні з не оптимальним станом рослин встановлено вміст фосфору на рівні контролю (у варіанті із кальцієвою селітрою) і суттєву перевагу у варіанті із Нітрабором. Вищезазначені показники були вищими ніж у зонах із середнім та оптимальним станом рослин кукурудзи (200-210 мг/кг ґрунту).

Таблиця 3.3 - Вміст рухомого фосфору ( $P_2O_5$ ) в ґрунті при вирощуванні кукурудзи на зерно у фазу ВВСН 85 (мг/кг)

№	Рівень розвитку рослин кукурудзи	Варіант підживлення	Глибина відбору проб	
			0 – 25 см	25 – 50 см
1	Високий	$N_{151}, P_{24}, K_{132}$ + Еколайн цинк (1л/га)+ Еколайн Кук. (3 л/га) (3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	205	186
		Фон + $N_{30}$ (фаза 7 листків)	174	161
		Фон + $N_{30}, B_{0,5}$ (фаза 7 листків)	202	183
2	Середній	$N_{151}, P_{24}, K_{132}$ + Еколайн цинк (1л/га)+ Еколайн Кук. (3 л/га) (3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	189	188
		Фон + $N_{30}$ (фаза 7 листків)	183	188
		Фон + $N_{30}, B_{0,5}$ (фаза 7 листків)	167	183
3	Низький	$N_{151}, P_{24}, K_{132}$ + Еколайн цинк (1л/га)+ Еколайн Кук. (3 л/га) (3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	197	190
		Фон + $N_{30}$ (фаза 7 листків)	200	199
		Фон + $N_{30}, B_{0,5}$ (фаза 7 листків)	210	204

Отже нами встановлено чіткий вплив зони поля на вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті за вирощування кукурудзи на зерно. Що стосується форм азотних добрив, то однорічні дослідження не дозволяють зробити коректні висновки.

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна



Таблиця 3.4 - Вміст рухомих сполук калію в ґрунті за вирощування кукурудзи на зерно у фазу ВВСН 85 (мг/кг)

№	Рівень розвитку рослини кукурудзи	Варіант підживлення	Глибина відбору проб	
			0 – 25 см	25 – 50 см
1	Високий	N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> + Еколайн цинк (1л/га)+ Еколайн Кук. (3 л/га) ( 3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	124,5	72,6
		Фон + N <sub>30</sub> (фаза 7 листків)	72,6	51,6
		Фон + N <sub>30</sub> , B <sub>0,5</sub> (фаза 7 листків)	79,5	100,2
2	Середній	N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> + Еколайн цинк (1л/га)+ Еколайн Кук. (3 л/га) ( 3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	110,4	96,6
		Фон + N <sub>30</sub> (фаза 7 листків)	93,3	65,4
		Фон + N <sub>30</sub> , B <sub>0,5</sub> (фаза 7 листків)	86,4	65,4
3	Низький	N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> + Еколайн цинк (1л/га)+ Еколайн Кук. (3 л/га) ( 3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	62,1	58,8
		Фон + N <sub>30</sub> (фаза 7 листків)	79,5	75,9
		Фон + N <sub>30</sub> , B <sub>0,5</sub> (фаза 7 листків)	117,6	107,1

Калій є елементом який рослини кукурудзи інтенсивно починають використовувати від початку генеративного розвитку. В зв'язку із цим запаси його в ґрунті різко знижуються. В умовах нашого дослідю чітко встановлено

тенденцію щодо суттєвого зменшення вмісту рухомого калію в темно-сірому опідзоленому ґрунті за досягнення рослинами стадії ВВСН 85 (табл. )

особливо це стосується зон поля з активним ростом і розвитком рослин кукурудзи (високий і середній стан росту і розвитку) Форми азотних добрив

особливого впливу на мали. В зоні поля з високими темпами розвитку ця тенденція була більш виражена (вміст калію в ґрунті досягав 72,6-79,5 мг/кг),

а із середнім – менш інтенсивною (вміст рухомого калію коливався в межах 86,4-99,3 мг/кг за показника на контролі (без підживлення 110 мг/кг)) В зоні із

низьким рівнем розвитку рослин спостерігалася зворотня до вищезазначених

тенденція. В контролі вміст рухомих сполук калію значно поступався

варіантам із азотними добривами. Ця означає, що в цій зоні лімітуючим

фактором не був дефіцит азоту, а можливо така характеристика ґрунту як ущільнення.

Отже, калійне живлення рослин кукурудзи, як і фосфорне тісно пов'язане з іншими умовами, які склалися в зонах поля. Не завжди вони

пов'язані із дефіцитом того чи іншого елемента живлення.

## РОЗДІЛІВ ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

### 4.1 Вплив умов живлення на урожайність кукурудзи

За прогнозами валового збору кукурудзи на зерно в 2022 році складе 25,5 – 26,5 млн тонн, що відносно минулого року (близько 40млн тонн) зменшилась на 33% через повномасштабну війну.

Урожайність кукурудзи у нашому досліді слугувала комплексним підсумовуючим фактором всіх умов, які склалися в різних зонах поля. Нами встановлено, що вирішальним фактором у формуванні величини врожаю в умовах досліду стала зона поля. Так в зоні з оптимальним станом рослин цей показник коливався в межах 10,0-11,6 т/га, середнім – 8,7-10,5 т/га, а низьким 8,1-9,7 т/га не залежно від варіантів з удобренням. .

Тобто в останній зоні рівень урожайності був менший за оптимальну зону на 1,9 т/га. Крім того слід зазначити позитивний вплив на цей показник підживлення азотними добривами. Так в зоні з оптимальним станом рослин приріст від підживлення склав 1,5-1,6 т/га, середнім станом – 1,4-1,8 т/га, а не оптимальним – 1,2-1,6 т/га порівняно із варіантами, де підживлення не проводилося. Слід зазначити, що суттєвої різниці між формами азотних добрив не встановлено. Хоча із погіршенням стану рослин у зонах прослідковується не значна тенденція до переваги борвмісного азотного добрива нітрабор над звичайною кальцієвою селітрою.

Таблиця 4.1 – Вплив умов живлення на врожайність кукурудзи на зерно за вирощування на темно-сірому опідзоленому ґрунті

Рівень розвитку культури	Варіант підживлення	Врожайність т/га	Приріст	
			т/га	%
Високий	N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> + Еколайн цинк (1л/га)+ Еколайн Кук. (3 л/га) (3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	10,0	-	-
	Фон + N <sub>30</sub> (фаза 7 листків)	11,6	1,6	16,0
	Фон + N <sub>30</sub> , B <sub>0,5</sub> (фаза 7 листків)	11,5	1,5	15,0
Середній	N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> + Еколайн цинк (1л/га)+ Еколайн Кук. (3 л/га) (3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	8,7	-	-
	Фон + N <sub>30</sub> (фаза 7 листків)	10,1	1,4	16,1
	Фон + N <sub>30</sub> , B <sub>0,5</sub> (фаза 7 листків)	10,5	1,8	20,7
Низький	N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> + Еколайн цинк (1л/га)+ Еколайн Кук. (3 л/га) (3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	8,1	-	-
	Фон + N <sub>30</sub> (фаза 7 листків)	9,3	1,2	14,8
	Фон + N <sub>30</sub> , B <sub>0,5</sub> (фаза 7 листків)	9,7	1,6	19,8

HP = 0,41, Sx = 0,6%

Таблиця 4.2 - Структура врожаю кукурудзи на зерно в різних зонах поля за проведення підживлення азотними добривами, 2022

Рівень розвитку культури	Варіант підживлення	Вага качана, г	Кількість рядів, шт	Кількість зерен у ряді, шт	Маса зерна в качані, г	Маса 1000 зерен, г
Високий	N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> + Еколайн цинк (1л/га)+ Еколайн Кук. (3 л/га) (3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	264	14	35,0	192	416
	Фон + N <sub>30</sub> (фаза 7 листків)	272	14	37,0	221	420
	Фон + N <sub>30</sub> , B <sub>0,5</sub> (фаза 7 листків)	277	14	38,0	220	423
Середній	N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> + Еколайн цинк (1л/га)+ Еколайн Кук. (3 л/га) (3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	256	14	33,0	190	383
	Фон + N <sub>30</sub> (фаза 7 листків)	263	14	36,0	205	390
	Фон + N <sub>30</sub> , B <sub>0,5</sub> (фаза 7 листків)	270	14	35,0	206	393
Низький рівень	N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> + Еколайн цинк (1л/га)+ Еколайн Кук. (3 л/га) (3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	217	14	31,0	169	343
	Фон + N <sub>30</sub> (фаза 7 листків)	242	14	34,0	189	350
	Фон + N <sub>30</sub> , B <sub>0,5</sub> (фаза 7 листків)	242	14	34,0	200	363

Аналіз елементів структури врожаю підтверджує ті тенденції, які виявлені по відношенню до величини врожайності. Приріст врожаю у зонах із діяльним станом рослин сформувався за рахунок таких елементів структури: кількість зерен в ряду, маса зерен в качані, маса 1000 зерен (табл. ). Встановлено однакову кількість рядів зерен в усіх зонах, які досліджувалися. Кількість зерен в ряду в зоні з оптимальним станом рослин коливалася в межах 35,0-38,0 шт, середній – 33,0-36,0, а в не оптимальній 31,0-34,0 шт. Аналогічні тенденції встановлено і для маси зерен в качані : в оптимальній зоні – 192-221 г, середній – 190-206 г, і не оптимальній – 169-200 г. маса 1000 зерен знижувалася від зони з оптимальним розвитком рослин до зони із не оптимальним станом. Так у першій зоні цей показник коливався в межах 416-423 г, в середній – 383-393 г, а не оптимальній – 343-363 г. Слід зазначити суттєвий вплив на елементи структури врожаю проведення підживлень азотними добривами. Так кількість зерен в ряду в оптимальній зоні розвитку перевищувала контроль (без підживлення) на 2,0-3,0 шт, всередній – налогічно, а в неоптимальній зоні на 3,0шт. Маса зерен у качані в оптимальній зоні розвитку рослин була більша за контроль(без підживлення) на 28-29 г, середній – 15-16 г, і не оптимальній - 20-31 г.

Подібна тенденція виявлена і по відношенню до маси 1000 зерен. Слід зазначити, що форми азотних добрив не мали суттєвого впливу на елементи структури врожаю.

Отже внесення в підживлення азотних добрив, не залежно від зони поля (стану рослин) обумовлювало позитивні тенденції зміни елементів структури врожаю кукурудзи.

#### **4.2 Зміна показників якості зерна кукурудзи за різних умов удобрення**

Кукурудзяний білок є дуже цінним елементом, адже містить в собі незамінні амінокислоти. З двадцяти амінокислот, з яких побудована молекула білка, але тільки вісім вважається незамінними, оскільки організм

щоднини самостійно їх не синтезує. Білок зерна кукурудзи в цілому складається з двох білків: зеїна і глютеїну [18]

Ще одним важливим фактором для збирання і зберігання зерна кукурудзи є вологість, адже рекомендована валогість збирання приблизно 20%. Це вологість при якій зменшуються втрати при зборі врожаю. Якщо кукурудза перезволожена то вона починає проростати і гнити, що зменшує його лежкість, сипучість і вразливість до механічних пошкоджень зерна кукурудзи. [30]

Кукурудзяна олія (маїсова олія) за своїм хімічним складом це жирні кислоти які поділяються на насичені (10 - 14%) і ненасичені (85 - 86%): стеаринова, пальмітинова, міристинова, арахінова, ліноцеринова, олеїнова, ліноленова і гексадеценава. [30]

Нами встановлено, що впроваджена технологія в господарстві навіть в неоптимальних зонах поля забезпечує отримання біологічно цінного врожаю зерна кукурудзи. Проте зона поля (стан рослин) були домінуючою в забезпеченні умов для синтезу органічних сполук в рослині і зерні. Так в зоні із оптимальним ростом рослин вміст крохмалю коливався в межах 71,5-72,4, середній - 70,0-71,5%, а в не оптимальній - 70,0-71,4% тобто приріст вмісту крохмалю в оптимальній зоні по відношенню до останньої склав 1,2-1,5%.

По відношенню до вмісту білку і жиру чітких тенденцій щодо розподілу по зонах не встановлено. Але застосування азотних добрив у підживлення обумовлювало певну тенденцію щодо збільшення вмісту цих органічних сполук в зерні.

Отже визначальним фактором по впливу на показник якості зерна кукурудзи була зона поля за розвитком рослин, а використання азотних добрив було доповнюючим позитивним фактором

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



Таблиця 4.3. Показники якості зерна кукурудзи в різних зонах поля, за підживлення азотними добривами, 2022 рік

Рівень розвитку рослин кукурудзи	Варіант удобрення	Вміст, %		
		жиру	білку	крохмалю
Високий	N <sub>131</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> + Еколайн цинк (1л/га) + Еколайн Кук. (3 л/га) (3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	3,10	9,00	71,5
	Фон + N <sub>30</sub> (фаза 7 листків)	3,30	9,20	71,9
	Фон + N <sub>30</sub> , B <sub>0,5</sub> (фаза 7 листків)	3,50	9,60	72,4
Середній	N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> + Еколайн цинк (1л/га) + Еколайн Кук. (3 л/га) (3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	3,10	9,00	70,1
	Фон + N <sub>30</sub> (фаза 7 листків)	3,40	9,50	71,5
	Фон + N <sub>30</sub> , B <sub>0,5</sub> (фаза 7 листків)	3,70	9,70	71,5
Низький	N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> + Еколайн цинк (1л/га) + Еколайн Кук. (3 л/га) (3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	2,90	8,50	70,0
	Фон + N <sub>30</sub> (фаза 7 листків)	3,20	9,20	71,4
	Фон + N <sub>30</sub> , B <sub>0,5</sub> (фаза 7 листків)	3,30	9,40	71,4

## РОЗДІЛ У ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

Україна є одним із провідних світових експортерів

сільськогосподарських культу, включаючи фуражне зерно. На сьогоднішній день ціна на кукурудзу залежить від:

- Попиту на кукурудзу в світовому ринку.
- Площі які відведені під посіви кукурудзи на зерно.
- Кліматичні та погодні умови.
- Валютний курс, і вартість паливо – мастильних матеріалів.
- Якісні показники кукурудзи.

Ще вартість кукурудзи залежить від кількості її в продажі наприклад: підчас збирання ціна нижче чим через певний період бо додається до ціни додана вартість на зберігання. [48]

Витрати які були понесені підчас вирощування кукурудзи на зерно на полі досліді:

- Непрямі робочі витрати такі як кухня, гуртожиток, загальнопромислові, адміністративні і фінансові склали 232 тис. грн

- Основний обробіток (мілювання) = 12,5 тис. грн
- Ранньовесняний обробіток ґрунту (внесення добрив і гербіцидів) = 14 тис. грн

- Витрати ресурсів (добрива, гербіциди, насіння і оренда землі) = 353 тис. грн

В сумі всі заходи склали 611,5 тис. грн. в перерахунку витрат на 1 га складає 45,35 тис. грн/га, і беручи до уваги що урожайність в середньому складає 9,9 т/га можна підрахувати витрати на вирощування 1 т кукурудзи

на зерно і вони становлять в середньому 4,6 тис. грн/ тону зерна. Середня ціна на зерно кукурудзи в цьому році становить 5,5 тис. грн/т. знаючи ці

показники виходить що з вирощування 1 тони кукурудзи господарство отримує 0,9 тис грн/т.

Таблиця 5.1 - Економічні показники вирощування кукурудзи на зерно

Рівень розвитку рослин кукурудзи	Варіант підживлення	Урожайність т/га	Вартість врожаю, т/га	Виробничі витрати, грн/га	Дохід, грн/га	Собівартість, грн/т	Рівень рентабельності, %
Високий	N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> + Еколайн цинк (1л/га)+ Еколайн Кук. (3 л/га) (3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	10,0	55000	45350	9650	4535	121,3
	Фон + N <sub>30</sub> (фаза 7 листків)	11,6	63800	52150	11650	4496	122,3
	Фон + N <sub>30</sub> , B <sub>0,5</sub> (фаза 7 листків)	11,5	63250	52250	1100	4543	121,1
Середній	N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> + Еколайн цинк (1л/га)+ Еколайн Кук. (3 л/га) (3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	8,7	47850	45350	2500	5213	105,5
	Фон + N <sub>30</sub> (фаза 7 листків)	10,1	55550	52150	3400	5163	106,52
	Фон + N <sub>30</sub> , B <sub>0,5</sub> (фаза 7 листків)	10,5	57750	52250	5500	4976	110,5
Низький	N <sub>151</sub> , P <sub>24</sub> , K <sub>132</sub> + Еколайн цинк (1л/га)+ Еколайн Кук. (3 л/га) (3-5 листків) - Фон. Контроль (без підживлення)	8,1	44550	45350	-	5599	-
	Фон + N <sub>30</sub> (фаза 7 листків)	9,3	51150	52150	-	5608	-
	Фон + N <sub>30</sub> , B <sub>0,5</sub> (фаза 7 листків)	9,7	53350	52250	-	5387	-

Таким чином найбільший рівень рентабельності спостерігається на ділянці з високим рівнем розвитку культури, але якщо врахувати його приріст то у всіх варіантах він приблизно на одному рівні.

Якщо брати за основу рівень рентабельності то вищим він був за підживленням азотними добривами з середнім рівнем розвитку рослин.

Ділянка з низьким рівнем розвитку культур виявилась взагалі не рентабельною через малу врожайність, яка не окупила затрати на неї.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## ВИСНОВКИ

НУБІП України

1. Регулювання умов живлення кукурудзи є дуже важливим елементом. Оскільки завдяки тому що рослина знаходиться в оптимальних умовах, урожайність кукурудзи на зерно як і взагалом всіх культур зростає.

НУБІП України

2. Найбільший приріст до врожайності в порівнянні з контролем (без підживлення) ми отримали на варіанті з середнім рівнем розвитку культури на варіанті з використанням Нітрабору  $(\text{CaNO}_3)_2 + \text{B}$ ,  $\text{N}_{30} \text{B}_{0,5}$  де врожайність збільшилась на 1,8 т/га що становить 20,7%.

НУБІП України

3. Рентабельність використання підживлень збільшилась в усіх варіантах (рівня) розвитку рослин окрім низького, за рахунок того що в цілому за рахунок низької врожайності ця ділянка виявилась взагалі не рентабельною. Підсумовуючи найбільший приріст рентабельності

НУБІП України

спостерігається на варіанті з середнім рівнем розвитку культури при підживленні Нітрабором  $(\text{CaNO}_3)_2 + \text{B}$ ,  $\text{N}_{30} \text{B}_{0,5}$ , і складає +5% в порівнянні з контролем (без підживлення).

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гаріна, С. М. Інформаційно-аналітичне забезпечення агробіологічних досліджень [Текст]: монографія / С. М. Гаріна, Р. О. Тарасенко; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – К. : Компринт, 2013. – 389 с.

2. Пасічник Н. А. Агрохімічний дистанційний моніторинг фітоценозів: навч. посібник / Н. А. Пасічник, В. П. Лисенко, О. О. Опришко, Д. С. Комарчук. – К.: НУБіП України, 2019. – 268с

3. World fertilizer trends and outlook to 2018. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - Rome, 2015. – 66р.

4. Зацерковний, В. І. Дистанційне зондування Землі. Фізичні основи [Текст]: навч. посіб. / В. І. Зацерковний; Київ. нац. ун-т ім. Шевченка. - Київ: НДУ ім. М. Гоголя, 2018. - 380 с.

5. Елсаков, В.В. Автоматизированное дешифрирование аэрокосмических изображений [Использование материалов дистанционного зондирования для мониторинга состояния лесов и лесонасаждений] [Текст]: учебное пособие для студентов направления бакалавриата 250100.62 "Лесное дело" и специальности 250201.65 "Лесное хозяйство" всех форм обучения / В. В. Елсаков, Д. В. Кириллов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Сыктывкар. лесной ин-т (фил.) федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "С.-Петерб. гос. лесотехн. ун-т им. С. М. Кирова", Каф. лесного хоз-ва. - Сыктывкар. СЛИ, 2013. - 43 с.;

6. Бурштинська, Х. В. Аерокосмічні знімальні системи [Текст]: підручник / Х. В. Бурштинська, С. А. Сташкевич; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2013. - 315 с.

7. Білокриницький, С. М. Фотограмметрія і дистанційне зондування Землі : навч. посіб. / С. М. Білокриницький, Чернів. нац. ун-т ім. Ю.Федьковича. - Чернівці : Рута, 2007. - 320 с.

8. Лялько, В. І. Нові методи в аерокосмічному землезнавстві [Текст]: Метод. посіб. по темат. інтерпретації матеріалів аерокосм. зйомок / В. І. Лялько, О. Д. Федоровський, М. А. Якимчук, Ю. В. Костюченко, В. Г. Бахмутов, Г. К. Коротаєв, С. М. Кочубей, В. М. Черерва; ред.: В. І. Лялько; НАН України. Центр аерокосм. дослідж. Землі ІГН НАНУ. - К., 1999. - 264 с.;

9. Білоус, В. В. Дистанційне зондування з основами фотограмметрії [Текст]: навч. посіб. / В. В. Білоус, С. П. Боднар, Т. М. Курач, А. М. Молочко, Г. О. Патиченко, І. О. Підлісецька. - К.: Київс. нац. ун-т ім. Т. Шевченка, 2011. - 368с.

10. Малинников, В.А. Мониторинг природной среды аэрокосмическими средствами [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 120200 "Фотограмметрия и дистанционное зондирование", специальностей 120201 "Исследование природных ресурсов аэрокосмическими средствами" и 120202 "Аэрофотогеодезия" / В. А. Малинников, А.Ф. Степченко, А.Е. Алтынов, С.М. Попов. - Москва: МНИГАНК, 2009. - 140 с.;

11. Сидоренко, В. Д. Фотограмметрія і дистанційне зондування [Текст]: навч. посіб. для студ. ВНЗ за напрямом підготовки "Геодезія, картографія та землеустрій" / В. Д. Сидоренко, Л. В. Долгіх, О. В. Долгіх. - Кривий Ріг : Чернявський Д.О., 2012. - 311 с.

12. Подорожняк, А. О. Метод інтелектуальної обробки мультиспектральних зображень [Текст] / А. О. Подорожняк, Н. Ю. Любченко, О. Д. Лагода // Системи оброб. інформації. - 2015. - Вип. 10. - С. 123-125.

13. Миклуш, С. І. Дистанційне зондування землі в лісовому господарстві [Текст]: навч. посіб. для студ. ВНЗ / С. І. Миклуш, С. А. Гаврилюк, О. Г. Часковський; МОНМС України, Нац. лісотехн. ун-т України. - Л. : ЗУКЦ, 2012. - 322 с.

14. Шадчина, Т.М. Наукові основи дистанційного моніторингу стану посівів зернових [Текст] / Т.М. Шадчина; відп. ред. В.В. Моргун; НАН України, Інститут фізіології рослин і генетики. - К.: Фітосоціоцентр, 2001. - 220 с.

15. Подорожняк, А. О. Метод інтелектуальної обробки мультиспектральних зображень [Текст] / А. О. Подорожняк, Н. Ю. Любченко, О. Д. Лагода // Системи оброб. інформації. - 2015. - Вип. 10. - С. 123-125.

16. Аналіз ринку мінеральних добрив України [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://rts-agro.com/novini/analiz-svitovogo-riaku-mineralnih-dobriv>

17. Господаренко Г.М. Агрохімія: підручник [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://pidruchniki.com/76145/agropromislovist/agrohimiya>

18. Перелік основних нормативних документів у галузі ґрунтознавства, агрохімії та охорони ґрунтів / Балиок С.А. - Харків, 2009. - 37с. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.issar.com.ua/downloads/docs/standarty.pdf>

19. Ласло О. О. Впровадження технологій точного землеробства в Україні / О. О. Ласло // Вісник Полтавської державної аграрної академії. - 2011. — №1. — С. 49–50.

20. Біологічне рослинництво: Навч. Посібник / [Зінченко О.І., Алексєєва О.С., Приходько П.М. та інші.]; за ред. О.І. Зінченка. - К.: Вища школа, 1996. - 239 с.



21. Паламарчук В.Д. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві / Паламарчук В.Д та ін. – Вінниця: ФОП Данилюк В.І., 2011. – 432 с.

22. Лісовал А.П. Система застосування добрив: Підручник / А.П. Лісовал, В.М. Макаренко, С.М. Кравченко. – К.: Вища шк., 2002 – 317 с.

23. Матеріали Шостої Всеукраїнської конференції «GEO-UA», Аерокосмічні спостереження в інтересах сталого розвитку та безпеки – К.— 2018.— С. 99–101.

24. Інноваційна Україна 2020: національна доповідь за заг. ред. В. М. Гейця та ін.; НАН України. — К., 2015. — 336с.

25. Бойко О. Г. Можливості використання ГІС/ДЗЗ технологій у точному землеробстві / О. Г. Бойко // Вісник Полтавської державної аграрної академії. — 2010. — №4. — С. 67–69.

26. Войтюк Д. Г. Система точного землеробства - новий індустріальний крок у сільському господарстві / Д. Г. Войтюк, Л. В. Аніскевич, Г. Р. Гаврилук, М. С. Волянський // Сільськогосподарська техніка України. — 1998. №26. — С. 32-33.

27. Бомба М.Я., Бомба М.И. Комплексное действие обработки, удобрений, гербицидов на продуктивность кукурузы, // Кукуруза и сорго. - 2000. - №4. - С. 7-8

28. Циков В.С., Матюха Л.А. Интенсивная технология возделывания кукурузы. — М.: Агропромиздат, 1989

29. Начаев В.Ф. Особенности возделывания кукурузы // Кукуруза и сорго.-2004.-№3

30. Карасюк І.М. Агрохімія / І.М. Карасюк та ін. – К.: Вища школа, 1995. – 471 с.

31. Господаренко Г.М. Агрохімія: підручник / Г.М. Господаренко. – К.: ТОВ «СКІ ГРУПІ УКРАЇНА», 2015. – 376 с.

32. Лісовал А.П. Система застосування добрив: Підручник / А.П.Лісовал, В.М.Макаренко, С.М.Кравченко. – К.: Вища шк., 2002. – 317 с.

33. Москаленко С.Л. Рекомендації по підвищенню родючості ґрунтів, раціональному використанню добрив та одержанню екологічно чистого урожаю / С.Л. Москаленко, С.Ф. Швидь, С.Г. Брегеда та ін. – Полтава : 2004. – 41 с.

34. Стан родючості ґрунтів України та прогноз його змін за умов сучасного землеробства за ред. В.В. Медведєва і М.В. Лісового. - Харків: "Штрих", 2001.- 98 с

35. Дистанційне зондування зернових культур для програмування врожаю. Монографія. Лисенко В. П., Опришко О. О., Комарчук Д. С., Пасічник Н.А. (Рекомендовано Вченою радою Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол № 4 від 22 листопада 2017 р.) – К."ЦП Компринт" – 362 с

36. Komarchuk D. Monitoring the Condition of Mineral Nutrition of Crops Using UAV for Rational Use of Fertilizers / D. Komarchuk, V. Lysenko, O. Opryshko, N. Pasichnyk // Advanced Agro-Engineering Technologies for Rural Business Development 2019. pp. 293-319. (DOI: 10.4018/978-1-5225-7573-3.ch011)

37. Єщенко, В.О. Основи наукових досліджень в агрономії [Текст]. підручник / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, П. В. Костоґриз, В. П. Опришко; ред.: В. О. Єщенко. – Вінниця : Едельвейс і К, 2014. – 331 с.

38. Польовий, А. М. Методи експериментальних досліджень в агрометеорології [Текст]: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / А. М. Польовий; Одес. держ. екол. ун-т. - О. : ТЭС, 2003. - 246 с.;

39. . Сладкопевцев, С.А. Землеведение и природопользование [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Фотограмметрия и дистанционное зондирование" и специальностям "Исследование природных ресурсов аэрокосмическими средствами", "Аэрофотогеодезия" и "Картография" / С.А. Сладкопевцев. - Москва: Высшая школа, 2005. - 356 с.;

40. Токарева, О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли [Текст]: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 148 с.

41. Борисов А. Космос на селе. Цифровые технологии приходят в земледелие // А. Борисов // Режим доступа: <https://lenta.ru/articles/2016/07/04/precisionagriculture/>

42. Лопушанська В. В. Геоінформаційні системи і технології в землекористуванні на рівні аграрного підприємства / В. В. Лопушанська // Режим доступу: [http://www.mnau.edu.ua/files/02\\_02\\_01\\_10/lopushanska/2008-lopushanska-gstzrap.pdf](http://www.mnau.edu.ua/files/02_02_01_10/lopushanska/2008-lopushanska-gstzrap.pdf) 6. Марчук Л. П. Економічні пріоритети поширення точного землеробства в Україні / Л. П. Марчук // Економіка АПК. – 2012. – №8. – С. 21–25.

43. Білоножко М. А. В. М. Шевченко "Рослинництво. Інтенсивна технологія вирощування сільськогосподарських культур" - К.: Вища школа 1990 р.

44. Зінченко О. І. Рослинництво: Підручник – К.: Аграрна освіта, 2003 р.

45. Лихочвор В.В. Рослиництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. - Львів: НВФ "Українські технології, 2002. - 800 с.

46. Ґрунтознавство: Лабораторний практикум / В.Г. Крикунов, Ю.С. Кравченко, В.В. Криворучко, О.В. Крикунова. - Біла Церква, 2004. - 216 с.

47. Довідник з вирощування зернових та зернобобових культур / В.В. Лихочвор, М.І. Бомба, С.В. Дубковецький, Д.М. Оішшук. - Львів: Українські технології, 1999. - 408с.

48. Харченко В.В. Формування ринку зерна України та його місце в світовому розподілі виробництва і споживання / Агроінком. - 2005. - №8 - С. 6-10

49. Підпригора А.І. Удобрення польових культур та ефективність добрив / А.І. Підпригора. / К., 2015. - 146 с.

50. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементними препаратами сумісно з азотним мінеральним добривом / [ В. С. Циков, М. І. Дудка, О. М. Шевченко та ін.]. – Бюл. Ін-ту сіл. госп-ва степ. зони НААН України. – Дніпро: Нова ідеологія, 2016. – № 11. – С. 23–27.

51. Каленська С.М., Рослиництво: Підручник / С.М. Каленська, О.Я. Шевчук, М.Я. Дмитришак, О.М. Козяр, Г.І. Демидась; За редакцією О.Я. Шевчука. – К.: НАУ, 2005. – 502 с.

52. Петриченко В.П. Рідкі азотні добрива на кукурудзі - основа стабільних врожаїв / В.П. Петриченко // ж. Агронаом. 2019. - № 7. - С. 31-34.

53. Пащенко Ю. М. Ефективність застосування комплексних мікро- та макро добрив в технології вирощування кукурудзи / Ю. М. Пащенко, О. І. Кордін, Я. Т. Скринник // Гуминовыє кислоти и фитогормоны в

растениводство: сб. материалов междунар. конф. Київ: Экспоцентр  
Украины, 2007. С. 16-18.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України