

Князюк О.В

**Агроекологічні особливості та прийоми технології вирощування
кукурудзи**

Вінниця 2018

УДК 631.543:633,34:633.10

К54

Князюк О.В. Агроекологічні особливості та прийоми технології вирощування кукурудзи: Монографія / О.В. Князюк, . – Вінниця, ТОВ «Нілан – ЛТД», 2018. - 114 с.

ISBN

У монографії представлений матеріал, в основу якого покладено аналіз наукової інформації та результати досліджень проведених на дослідному полі Вінницького інституту кормів та сільського господарства Поділля та Уладово Люлінецькій дослідно-селекційній станції. Висвітлено значення і поживна цінність кукурудзи, агробіологічні особливості рослин, їх вимоги до чинників довкілля.

Основну увагу приділено удосконаленню прийомів технології вирощування даної культури, підбір різностиглих гібридів для силосного конвеєру.

Монографія рекомендується для виробників, науковців, викладачів та студентів вищих навчальних закладів спеціальності «Біологія»

УДК 631.543:633,34:633.10

Рецензенти: Разанов С.Ф., доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища ВНАУ

Вдовенко С,А., доктор сільськогосподарських наук, доцент кафедри садово-паркового господарства і виноградарства ВНАУ.

Дєдов О. В. кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри географії ВДПУ імені Михайла Коцюбинського

Автори:

Князюк Олег Вікторович, канд. с.-г. наук, доцент кафедри біології ВДПУ

Зміст

Вступ	4
Розділ 1. Народногосподарське значення кукурудзи і агробіологічна характеристика.....	7
1.1. Значення та поживна цінність культури.....	7
1.2. Ботанічна характеристика.....	8
1.3. Біологічні особливості росту, розвитку та вимоги до чинників навколишнього середовища.....	11
Розділ 2. Гідротермічні умови регіону центрального Лісостепу та методика дослідження.....	15
2.1 Гідротермічні умови регіону дослідження.....	15
2.2 Методика досліджень.....	30
Розділ 3. Гібриди кукурудзи за строками стиглості.....	34
Розділ 4. Технологія вирощування кукурудзи.....	43
4.1. Органогенез кукурудзи як технологічна складова.....	43
4.2. Сівба та догляд за рослинами.....	58
4.2.1. Вплив гідротермічних умов на продуктивність кукурудзи.....	67
4.2.2. Просторове та кількісне розміщення рослин на площі.....	74
4.3 Фотосинтетична продуктивність гібридів кукурудзи.....	80
Розділ 5. Строки збирання та поживність кукурудзяного корму....	90
Розділ 6. Продуктивність кукурудзи в беззмінних посівах залежно від норм добрив.....	101
Висновки.....	109
Список використаних джерел.....	111

Вступ

Провідну роль у харчовому забезпеченні людства відіграють зернові злаки поширенні майже у всіх країнах світу завдяки високій екологічній пластичності і здатності рослин давати високі врожаї за різних кліматичних умов [1]. На перебіг продукційного процесу їх рослин впливають чинники навколишнього середовища та технологічні прийоми вирощування [2]. Серед зернових культур найбільш вирощують пшеницю, рис та кукурудзу.

Серед ярих зернових високопродуктивних культур кукурудза займає провідне місце, як неперевершена за потенційною врожайністю зерна та силосної маси і є одним з основних джерел кормових та енергетичних ресурсів. На сьогодні ця субтропічна рослина вирощується в багатьох регіонах світу помірною клімату, в тому числі має широке використання в основних агрокліматичних регіонах України [5].

Високий генетичний потенціал гібридів кукурудзи зумовлює інтенсивний ріст і розвиток рослин, формування біомаси [23].

Підвищення продуктивності рослин залежить від багатьох чинників довкілля і технологічних прийомів вирощування.

Урожайність – це результат складної взаємодії рослин відповідно з їх генетичним потенціалом та комплексом чинників навколишнього середовища. Дія комплексу умов на ріст та розвиток рослин проявляється в зміні параметрів елементів їх продуктивності [28].

Формування біомаси рослин кукурудзи залежить від потенціалу конкретного генотипу та його поєднання з сукупною дією чинників, зокрема гідротермічних умов та технологічних прийомів [9].

За даними наукових установ технологічні прийоми вирощування: густота рослин та глибина сівби, ширина міжрядь, внесення добрив впливали на показники різностиглих гібридів кукурудзи.

Потрібен, також, подальший науковий пошук спрямований на дослідження біометричних показників різностиглих гібридів кукурудзи залежно від схем розміщення на площі та норм живлення, створення

силосного конвеєра для збирання гібридів кукурудзи в період найкращої якості силосної речовини.

Інтенсифікація сільського господарства України тісно пов'язана із забезпеченням населення високоякісними продуктами харчування, раціональним використанням землі і добрив, правильним добором сівозмін, прогресивних технологій вирощування та впровадження високоврожайних сортів та гібридів. Задачею агропромислового комплексу є швидке і стійке виробництво зерна. В успішному вирішенні цієї проблеми важлива роль належить кукурудзі – одній з найбільш урожайних рослин багатогалузевого використання. Аналіз стану виробництва зерна кукурудзи в усьому світі показав, що його приріст в основному одержаний завдяки підвищенню врожайності цієї рослини при незначному розширенні площі посіву. У світі урожайність зерна збільшилася з 35,5 ц/га (1998-2001 рр.) до 37,2 ц/га (2012р.), або на 11,3%, при збільшенні площі посіву за цей період з 126,02 до 129,12 млн.га, або всього на 2,45%. Посівні площі кукурудзи на зерно займають в Україні 4,5-5,0 млн.га, на силос та на зелений корм – 15,0-17,0млн.га. В Вінницькій області кукурудза займає значну питому вагу у виробництві зерна та кормів для тваринництва. В структурі посівних площ кукурудза на зерно займає 100-110 тис. га, на силос 150-210 тис. га. Виробництво зерна кукурудзи у світі станом на 2013 р. наступна: Мексика - 19,00 тис. т., Румунія - 10,00, Аргентина – 15,5, країни ЄС – 36,21, Бразилія – 33,0, Китай – 128,00, США – 242,25, Україна – 1,70 тис. т. Валові збори зерна кукурудзи в найближчі роки повинні збільшитися за рахунок впровадження інтенсивних технологій вирощування, які об'єднуюватимуть новітні досягнення селекції та насінництва, агротехніки, хімізації і механізації. Вони дозволяють, як показує досвід вирощування кукурудзи у багатьох регіонах, отримувати високі врожаї зерна при значній економії ресурсів. Розрахунки господарського потенціалу урожайності кукурудзи в різних ґрунтово – кліматичних регіонах України показують, що при чіткому і своєчасному виконанні усіх технологічних процесів з'являється реальна можливість у

незрошуваних умовах отримувати стабільні врожаї зерна на рівні 40-60 ц/га, а у зрошуваних 100-120 ц/га. Враховуючи різноманітність ґрунтово-кліматичних умов різних регіонів України, багато уваги приділяється створенню нових високопродуктивних гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Творчі зусилля селекціонерів сприяли створенню ранньостиглих і середньостиглих гібридів, які становлять 50% гібридів усіх біологічних груп внесених у Реєстр сортів рослин України. Науково-дослідні установи за останні роки здійснили вагомі дослідження по удосконаленню і уточненню окремих технологічних елементів, направлених на мінімізацію обробітку, використання широкозахватної техніки та комплексних агрегатів. Також, на наш погляд, одним з важливих питань при вирощуванні кукурудзи є більш широке вивчення особливостей росту і розвитку рослин та формування їх продуктивності залежно від регуляторів росту, в тому числі і гумінових препаратів, що і викликало необхідність проведення наших досліджень.

РОЗДІЛ 1. Народного господарського значення кукурудзи і агробіологічна характеристика

Кукурудза – одна з найцінніших кормових культур. За врожаністю зерна вона перевищує всі зернові культури. Зерно використовується на продовольчі цілі (20%), технічні (15- 20%) і на фураж (60-65%). За вмістом кормових одиниць зерно кукурудзи переважає овес, ячмінь, жито. Кілограм зерна містить 78 грам перетравного протеїну. Протеїн представлений неповноцінним зеїном і глютеніном, тому згодовувати зерно слід у суміші з високо протеїновими кормами. У зерні кукурудзи 65-70% вуглеводів, 9-12% білка, 4-8% рослинної олії (у зародку до 40%) і лише близько 2 % клітковини. Містяться вітаміни А, В1, В2, В6, Е, С, незамінні амінокислоти, мінеральні солі та мікроелементи. Вміст білка невисокий, він дефіцитний за деякими незамінними амінокислотами, особливо за вмістом лізину. Велика енергоємність зерна (361ккал у 100г) робить його важливим компонентом комбікормів.

1.1.Значення та поживна цінність культури

Кукурудза – основна силосна культура. За врожайністю зеленої маси вона перевищує майже всі кормові культури. Один центнер силосу, виготовленого з кукурудзи у фазі молочно-воскової стиглості, відповідає 0,22-0,24 к.од., а воскової-0,28-0,32 к.од. Вміст перетравного протеїну – 1,4—1,8 кг. Силос кукурудзи має добру перетравність і дієтичні властивості, багатий на каротин. Качани, засилосовані у восковій або молочно-восковій стиглості, це цінний концентрований корм. В 1 ц його міститься до 40 к.од. і 2,6 кг протеїну. Кукурудза має важливе значення в зеленому конвеєрі, забезпечуючи тваринництво зеленою масою, багатою на вуглеводи та каротин. У 1 ц зеленої маси кукурудзи, зібраної до викидання волотей, міститься 16 к.од. Листостеблова маса, що залишається після збирання кукурудзи на зерно, є добрим грубим кормом, який за поживністю майже не поступається ячмінній та вівсяній соломі. В 1 ц кукурудзяної соломи

міститься 37 к.од., а в 1 ц розмелених стрижнів – 35 к.од. Недоліком кормів з кукурудзи є недостатній вміст перетравного протеїну. У силосі є 60-65 г протеїну, в зерні 75-78 г на 1 к.од., при нормі 100-110 г на 1 к.од. Це призводить до перевитрати кормів в 1,3-1,4 рази. Тому для збалансування раціону протеїном, тваринам згодують кукурудзу разом з бобовими культурами. Зерно кукурудзи використовується на продовольчі цілі. З нього виготовляють понад 150 харчових і технічних продуктів: борошно, крупу, пластівці, крохмаль, сироп, глюкозу, спирт. Із 100 кг зерна одержують 37-40 л спирту, що на 3-5 л більше, ніж із зерна інших культур. Із зародків зерна добувають цінну харчову олію, яка має лікувальні властивості (зменшує вміст холестерину в крові і запобігає захворюванню на атеросклероз). Із стрижнів качанів виготовляють фурфурол, лігнін, ксилозу, одержують целюлозу і папір. З 1 ц зерна можна одержати 56 кг крохмалю (або 60 кг фруктози чи 38 л спирту), 22,4 кг корму з вмістом протеїну 21%, 5,2 кг глютенного борошна і 2,7 кг кукурудзяної олії. Кукурудза, як просапна культура має важливе агротехнічне значення. При дотриманні вимог агротехніки вона залишає поле чистим від бур'янів з розпушеним ґрунтом. Повертається значна частина органіки у вигляді коренів і стеблових решток. Важливим елементом біологізації рослинництва є заорювання листостеблової маси при збиранні і вивезенні з поля лише зерна кукурудзи. На кожен тону приораної кукурудзи в ґрунт повертається N16-17P47K30-37Mg4, а приорювання 7 т листостеблової маси рівноцінно за надходженням елементів живлення внесенню 20-25 т гною. Кукурудза – добрий попередник для зернобобових, ярих зернових культур; гірший для озимих зернових, оскільки після неї важче якісно підготувати ґрунт до сівби.

1.2. Ботанічна характеристика.

Рід кукурудзи (*Zea L.*) представлений одним видом – кукурудзою культурною (*Zea mays L.*). Родоначальник кукурудзи-однорічна багатостеблова рослина тео-синте. Тео-синте утворює дворядний початок із

зернівками, які охоплені лусками і не вимолочуються. Трапляється в Центральній Америці як бур'ян у посівах кукурудзи. Зустрічається тео-синте багаторічне – багатостебла рослина, яка також є бур'яном на кукурудзяних полях у Центральній Америці.

Кукурудза культурна ($2n=20$) – трав'яниста рослина, яка зовнішнім виглядом значно відрізняється від інших злакових рослин.

Коренева система мичкувата, добре розвинена, окремі корені проникають у ґрунт на глибину 2-3 м. У кукурудзи розрізняють кілька ярусів коренів: зародкові, гіпокотильні, епикотильні, підземні вузлові та надземні стеблові (повітряні, або опірні). Основну масу кореневої системи становлять підземні вузлові корені, які заглиблюються у ґрунт до 2,5 м і більше та розходяться в боки у радіусі понад 1 м. Ярусне розміщення коренів у ґрунті з перевагою основної частини їх у гумусовому шарі більш повно забезпечує рослину елементами живлення і вологою за рахунок літніх опадів(36)

Стебло у кукурудзи – міцна, пряма, висока, могутня, груба, округла соломина, розділена на вузли, заповнена нещільною паренхімою. В південних регіонах України рослина досягає 2,5–3 м заввишки. Висота його залежно від біологічних особливостей сорту чи гібрида та факторів урожайності коливається від 60-100 у ранньостиглих форм і до 5–6 м у пізньостиглих. Товщина – 2–7 см. Кількість міжвузль на стеблі у ранньостиглої кукурудзи досягає 8-12, у дуже пізньостиглої – до 30–40 і більше.

Листки лінійно-ланцетні, великі, довжина листкової пластинки 70–110 см, ширина 6–12 см і більше. Листок зверху опушений, має невеликий язичок і не має вушок. Розміщуються листки на стеблі почергово, не затінюючи один одного. Краї їхні ростуть швидше, ніж середина, а тому є хвилястими, що збільшує загальну листкову поверхню рослини. Кількість листків на стеблі адекватна кількості стеблових вузлів.

У кукурудзи на одній рослині формується чоловіче суцвіття – волоть і жіноче – початок, тобто вона є однодомною роздільностатевою рослиною.

(Чоловічі квітки зібрані у верхівках, жіночі – на качанах, у пазухах верхніх стеблових листків.) Волоть у кукурудзи верхівкова, розміщується на кінці центрального стебла або на верхівках бічних пагонів – пасинках. На осі волоті переважна кількість бічних гілок першого порядку, рідко на двох-трьох нижніх утворюються гілки другого порядку. Колоски з чоловічими квітками розміщені вздовж кожної гілки двома або чотирма рядами, попарно, з яких один сидячий, другий на короткій ніжці. Колоски двоквіткові; квітки тичинкові, з широкими опушеними перетинчастими колосковими лусками та тонкими м'якими – квітковими, між якими знаходиться три тичинки з двогніздими пиляками. У кожній добре розвиненій волоті утворюється до 1-1,5 тис. квіток, які за сприятливих умов зацвітають разом з жіночими квітками або на 2-4 дні раніше. Пилок переноситься вітром до 300–1000 м, що враховують при просторовій ізоляції насінних посівів кукурудзи. Суцвіття з жіночими квітками – початки – грозвиваються з частини найактивніших пазушних бруньок стеблових листків.

На стеблі утворюються здебільшого 2-3 початки, решта бруньок не розвиваються. Початок розміщується на короткій ніжці (стебельці), покритій зовні обгортковими листками, які відрізняються від звичайних стеблових добре розвиненими піхвами і редукованими пластинками. Внутрішні листки обгортки тонкі, майже плівчасті, світлі, зовнішні – товщі й зелені. Основою початка є добре розвинений стрижень циліндричної або слабokonусоподібної форми, завдовжки 15-35 см. Маса його становить 15-25% загальної маси початка. У комірках стрижня, які розміщуються поздовжніми рядами, розміщуються попарно колоски з жіночими квітками. Колоски початка мають м'ясисті (при висиханні – шкірясті) колоскові луски та ніжні тонкі – квіткові. У кожному колоску знаходиться дві квітки, але утворює зернівку лише одна – верхня, друга, нижня – безплідна. Розміщені попарно колоски формують дві зернівки, тому початки мають парну кількість рядів зерен – від 8 до 24 і більше. Нормально розвинені жіночі

квітки мають сформовані маточки, які складаються із зав'язі, довгого (до 40-50 см) ниткоподібного стовпчика і приймочки.

Плід у кукурудзи – гола зернівка різних розмірів і форми, консистенції та забарвлення. Кукурудза не в стані посіяти себе: із опалих на землю, вкритих в листя качанів, зерна вибратись не можуть.

У світовому землеробстві, у тому числі й в Україні, кукурудзу використовують як універсальну культуру – на корм худобі, для продовольчих і технічних потреб – виробництва круп і борошна, харчового крохмалю та рослинної олії, меду й цукру, декстрину та етилового спирту. Це одна з найпоширеніших сільськогосподарських культур іє досить вимогливою до чинників навколишнього середовища.

1.3. Біологічні особливості росту, розвитку та вимоги до чинників навколишнього середовища

Кукурудза належить до посухостійких культур. Завдяки сильному розвитку кореневої системи, вона використовує вологу з більшої площі і глибших горизонтів ґрунту. На формування одиниці сухої речовини вона витрачає води в два рази менше, ніж пшениця. Транспіраційний коефіцієнт 250. Проте високі врожаї зеленої маси і зерна, спричинюють більшу потребу у воді, ніж у зернових культур. За вегетаційний період кукурудза потребує 450-600 мм опадів. 1 мм опадів дає можливість одержати 20 кг зерна на 1 га. Кукурудза менш вимоглива до вологи у першій половині вегетації. До формування 7-8-го листка випадки нестачі вологи для росту кукурудзи майже не спостерігаються. Найбільше вологи для рослин потрібно за 10 днів до викидання волотей, коли йде інтенсивний ріст стебла (добовий приріст може досягати 10-14 см) і нагромаджуються сухі речовини. На цей критичний період припадає 40-50% загального водоспоживання. Через 20 днів після викидання волотей потреба у волозі зменшується. Багато води кукурудза використовує під час наливання зерна. Вона ефективно використовує опади у другій половині літа. Кукурудза погано переносить

перезволоження ґрунту, різко зменшуючи врожайність. Через нестачу кисню у перезволоженому ґрунті сповільнюється надходження фосфору в корені, що погіршує білковий обмін.

Кукурудза – теплолюбна культура. Мінімальна температура проростання насіння – 8-10°C, сходи з'являються за 10-12°C. При висіванні в холодний ґрунт (< 8°C) насіння проростає дуже повільно, набубнявіле насіння не сходить, різко знижується польова схожість. У фазі 2-3 листків витримує приморозки до -2°C. Сходи кукурудзи гинуть за -3°C. Небезпека повернення весняних приморозків в Україні існує і припадає один раз на 5-6 років. Якщо зниження температури (нижче -5°C) триває кілька годин, то кукурудза вимерзає незалежно від фази розвитку. Перспективними є виведені селекціонерами біотиби кукурудзи, що здатні проростати за температури 5-6°C. Найменші ранні осінні приморозки пошкоджують листки і рослину в цілому. Необхідно зазначити, що в останні роки, в зв'язку з поширенням кукурудзи у північні регіони, створено нові ранньостиглі гібриди. Вони відзначаються високою холодостійкістю. При зниженні температури інкрустоване насіння може лежати в ґрунті 25-30 днів і здатне прорости після потепління. У літній період вегетації за температури 14-15°C ріст рослин сповільнюється, а за 10°C вони не ростуть. У фазах сходи – викидання волотей оптимальна температура для росту і розвитку – 20-23°C. До появи генеративних органів підвищення температури до 25-30°C не шкодить кукурудзі. У фазі цвітіння підвищення температури понад 25°C негативно впливає на запліднення рослин. Максимальна температура, за якої припиняється ріст кукурудзи, становить 45-47°C. Сума активних температур, за яких досягають ранньостиглі гібриди, становить 2100-2200°, середньоранні і середньостиглі -2400-2600° і пізньостиглі – 2800-3200°.

Кукурудза – світлолюбна рослина короткого дня і погано переносить затінення. У надмірно загущених посівах розвиток рослин затримується, зернова продуктивність зменшується. Рослини швидше вегетують при 8-9-

годинному світловому дні, а при тривалості дня 12-14 год. зтягаються строки дозрівання кукурудзи.

Високі врожаї кукурудза дає на чистих, добре аерованих ґрунтах з глибоким гумусним шаром. Вона середньовимоглива до родючості ґрунту, за правильного обробітку ґрунту та удобрення добре росте на більшості типів ґрунтів. Оптимальна реакція ґрунтового розчину нейтральна або слабко-кисла (рН 5,5-7,0). Малопридатні для вирощування кукурудзи холодні, заболочені, кислі, важкі глинисті, засолені та торфові (де часто не вистачає міді) ґрунти.

Посіви кукурудзи добре реагують на поліпшення режиму мінерального живлення рослин. Для планування врожаю зерна кукурудзи користуються балансовим методом з урахуванням фактичних запасів доступних для рослин елементів в ґрунті з урахуванням коефіцієнтів засвоєння, з однієї сторони і винос елементів живлення на формування одиниці зерна і побічної продукції, з іншої сторони. На формування 1 т зерна кукурудзи з ґрунту виноситься 25 кг азоту, 11 кг фосфору 22 кг калію. Коефіцієнт засвоєння діючих речовин мінеральних добрив у перший рік засвоєння рослинами кукурудзи становлять: N-50%, P-30%, K-60%. В залежності від ґрунтів, для отримання 1 т зерна кукурудзи необхідно внести в діючій речовині 21-37 кг азоту, 8-28 кг фосфору, 11-34 кг калію, тобто, для отримання доброго врожаю кукурудзи пропонується внесення добрив в нормі : N 120-180, P 60-90, K 80-120. Перспективним напрямком підвищення ефективності мінеральних добрив під кукурудзу є локальне їх внесення в зону активної діяльності кореневої системи. Кращі строки внесення мінеральних добрив-всю кількість фосфору, калію і 30-40% азоту восени під основний обробіток ґрунту, 60-70% азоту навесні, перед підготовкою посівного ложе, при сівбі і для підживлення в період вегетації. Інтенсивне споживання поживних речовин рослинами кукурудзи починається з фази 7-9 листків і сягає максимуму на час цвітіння волотей. В період вегетації кукурудза споживає велику кількість мікроелементів: до 800 г/га марганцю, 350-400 г/га цинку, 70 г/га бору, 60-70

г/га міді. В вирощуванні кукурудзи потрібно приділяти увагу збалансованому живленню макро- і мікроелементами, в якому особливо виділяється листкове підживлення в критичні фази онтогенезу, та системі захисту від бур'янів та шкідників.

Під час розвитку рослина кукурудзи проходить декілька фаз: сходи, поява волоті, цвітіння волоті, поява приймочок, стиглість зерна (молочна, воскова. повна). При проростанні зародок розвивається за рахунок запасних речовин ендосперму. Щиток має епідерміс циліндричної форми. При проростанні клітини щитка видовжуються, роз'єднуються і проникають до ендосперму, через них в зародок надходять поживні речовини, які внаслідок ферментативних процесів стають розчинними і легко доступними для початку росту зародка. Для проростання зерна необхідні певні умови: вологість, підвищена температура ґрунту, доступ кисню. В першу фазу проростання відбувається набування зернівки, вона вбирає воду близько 50% від сухої маси. Першим починає розвиватись корінець зародка, він прориває кореневу піхву – колеоризу, заглиблюючись в ґрунт. Насіння кукурудзи проростає одним корінцем. Пізніше розвивається брунечка, яка складається з точки росту і зелених листочків, вкритих листком – колеоптилем, який має потужний тургор. Він пробиває ґрунт і на поверхню виходить згорнуті в трубочку зелені листочки – «шильце». Листок має базипетальний характер росту, при якому спочатку формується його верхівка, а потім основа. Це обумовлено інтеркалярним ростом (між верхньою і нижньою частиною листка). Глибокі дослідження по органогенезу кукурудзи були проведені Ф.М. Куперман, яка встановила, на перших трьох етапах морфогенез волоті і качана не розрізняється, на IV етапі диференціюються тканини волоті, на V – жіночі квітки, на XII етапі – повне формування зерна (21)

Таким чином, в процесі онтогенезу кукурудзи фази органогенезу пов'язані з органоутворювальними процесами, формуванням показників продуктивності і специфічними вимогами рослин до умов довкілля.

Розділ 2. Гідротермічні умови регіону центрального Лісостепу та методика дослідження

В Лісостепу виділяють регіон центрального Лісостепу, який знаходиться на території Хмельницької, Вінницької, Київської і правобережної частини Черкаської областей. Лісостеп простирається неперервною смугою в 250-300 км з заходу на схід країни і займає 33,6% її території.

Якщо розглядати агрокліматичні умови України щодо забезпеченості рослин водою, та найсприятливіші вони для кукурудзи в зоні Полісся і Карпат. Тут практично не буває посухи в період її цвітіння. Навпаки, весною вона інколи може страждати від перезволоження. У Лісостепу також досить сприятливі умови, за винятком 1-2 років в десятиріччя, коли в критичний період кукурудза зазнає негативного впливу посухи. У Степу, як правило, кукурудза найчастіше страждає від посухи. Тому середні багаторічні врожаї її значно менші, ніж у районах Лісостепу та Полісся.

Сорти і гібриди сільськогосподарських культур характеризуються неоднаковою стійкістю до умов існування. Між тим, сучасні технології їх вирощування, незважаючи на постійне вдосконалення їх елементів, залишаються недостатньо адаптованими до об'єктивно існуючих змін ґрунтово-кліматичних умов. У зв'язку з цим вивчався характер росту і розвитку та формування врожаю кукурудзи залежно від гідротермічних умов вегетаційного періоду та особливостей гібридів.

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови регіону дослідження

Вінницька область розташована в різних ландшафтних зонах Північно-Східна частина території лежить по Подільській височині.

Середня частина області з піднятим і сильно розчленованим рельєфом

Вся територія району досліджень розміщена у середніх широтах, помірного кліматичному поясі.

Клімат краю залежить також від положення висоти Сонця над горизонтом в різні пори року. Максимальної висоти Сонце у м. Вінниці досягає понад 64° в день літнього сонцестояння (22 червня), коли його проміння найбільш прямовисне падає на Землю і найкраще зігріває її; найнижче положення над горизонтом займає Сонце в день зимового сонцестояння (22 грудня) – близько 18° , коли його проміння найменше зігріває поверхню Землі, а в дні весняного і осіннього рівнодення (21 березня і 23 вересня) висота Сонця над горизонтом близька до 41° . Якщо при цьому врахувати, що протяжність області з півночі на південь дуже невелика (менше 2°), то висота Сонця над горизонтом на різних широтах майже однакова.

В літню пору на території області, як і всього Поділля, переважають вологі вітри західного і північно-західного румбів. Вони найбільше впливають на кліматичні умови районів, розташованих на північний захід від лінії Могилів-Подільський – Гайсин. У холодну пору року (з жовтня по квітень) на території області, що лежить на південний схід від цієї лінії, відчутний вплив сибірського антициклону з вітрами південних і південно-східних румбів.

Найхолоднішим місяцем по всій області є січень, найтеплішим – липень. Середні амплітуди коливань температури протягом року не перевищують 25° . Під дією континентальних повітряних мас іноді буває, що взимку температура повітря в окремі дні знижується навіть до $-32^\circ \dots -38^\circ$. Влітку температура підвищується іноді до $+37^\circ$.

Максимум опадів припадає на травень – липень (130-170 мм). Найменш вологими є зимові місяці. В грудні – лютому випадає від 65 до 80 мм.

Середньорічні суми опадів на території області становлять 440-590 мм. На холодний період року припадає 20-25% річної суми опадів.

Вночі та зранку бувають тумани. Найчастіше вони з'являються в зниженнях рельєфу – в балках, низовинах, долинах річок. Тумани у весняні та осінні місяці внаслідок конденсації дають іноді за добу до 0,5-1 мм опадів.

Влітку досить часті сильні роси. Вони, як і тумани, найбільші випадають у долинах річок. Перехід від однієї пори року до другої відбувається поступово.

Стійкий перехід середньої добової температури через 0° є початком весни на території області. Це найчастіше буває в другій декаді березня. Весна триває близько двох місяців. Характерними рисами весни в області є: інтенсивне підвищення вдень температури, завдяки чому сходить стійкий сніговий покрив, відтає ґрунт, посилюється випаровування. У квітні середня температура повітря о 13-й годині досягає $+10...+13^{\circ}$. Перехід середньої добової температури повітря через $+5^{\circ}$ відбувається у першій декаді квітня, а через $+10^{\circ}$ – наприкінці третьої декади.

Встановлення теплої погоди і припинення нічних заморозків – такі умови переходу весни до літа. Літо триває з другої половини травня до першої половини вересня. У цей же час випадає найбільше дощів, переважно у вигляді злив.

Кількість днів з опадами поступово зменшується з наближенням осені. Температура повітря о 13-й годині досягає в травні $+18...+20^{\circ}$, в червні – серпні $+21...+25^{\circ}$. Літні максимальні температури досягають у липні й серпні $+35...+39^{\circ}$.

Осінь настає з переходом середньої добової температури повітря через $+10^{\circ}$ у бік зниження. Перед цим близько місяця стоїть тепла погода. Настання осені (перша декада жовтня) супроводжується заморозками, загальним зниженням температури, зменшенням кількості опадів. Характерною рисою осені на Вінниччині є повернення теплих сонячних днів. Осінь закінчується наприкінці листопада, коли середні добові температури повітря переходять через 0° у бік зниження .

Перед настанням зими на території області середні добові температури скрізь нижчі 0° , але вищі -5° . До початку зими стоїть нестійка погода: морозні дні змінюються відлигою, не раз утворюється і сходить сніговий покрив. Відлиги під час зими є характерними для Вінниччини, а температура

повітря іноді підвищується до $+10...+13^{\circ}$ Найхолодніші місяці в області – січень і лютий.

У межах області можна спостерігати деякі кліматичні відмінності. Континентальність клімату посилюється з північного заходу на південний схід

Південні райони області зазнають значного впливу континентальних повітряних мас. Опади бувають здебільшого на початку літа, переважно у вигляді злив. Вітри південно-східного напрямку приносять у ці райони різке похолодання взимку і засуху влітку .

Територія Вінницького району знаходиться на південно-західній окраїні Руської платформи, складеної в основному з докембрійських кристалічних порід, перекритих горизонтально залягаючи ми шарами палеозою і мезозою.

Із палеозойського комплексу в межах району відмічені силурійські і девонські відклади, які на поверхні зустрічаються тільки на крайньому північному заході у вигляді вузької смуги по берегах долини Дністра. Силурійські відклади представлені вапняками, пісковиками і сланцями. Товщі девону складаються з червонобарвних пісковиків і піщано-сланцевих порід.

Відклади мезозою, які зустрічаються частіше являють собою переважно морські відклади юри і крейди. Юрські відклади виступають на донну поверхню річки Південний Буг і представлені вапняками та мергелями. Крейдяні відклади поширені по всій території району. Вони складені глауконітовими пісками та пісковиками, мергелями, крейдою та вапняками.

З кайнозойських утворень в районі відзначені верхньотретинні відклади – тортонський ярус, до якого відносять відклади гіпсу. Шари попередніх геологічних періодів в основному вкриті товщею четвертинних нашарувань, найбільш давніми є древньоалювіальні відклади (грубі кварцеві піски з домішками гальки).

Крім алювію, на більшій території південного сходу спостерігаються лесовидні суглинки, лес і делювіальні шари .

У тектонічному відношенні територія району – це південно-західне крило Українського кристалічного масиву, де старі палеозойські шари западають глибоко під грубе покриття шарів міоцену, вкриті потужними шарами лесу. У кінці третинного періоду і пліоцені дана територія являла собою знижену плоску рівнину.

Поверхневі води Вінницької області – це переважно ріки. Озер мало, переважають штучні озера-ставки. Загальна кількість досягає 7120, переважають малі, довжиною до 10 км. Рік, які мають довжину понад 10 км налічується 152, а понад 100 км – тільки 5. Загальна їх густота в середньому по області становить $0,20\text{--}0,40\text{ км/км}^2$, а в окремих басейнах вона вища.

Річкова система розвинута слабо, що пояснюється рівним характером поверхні. Головною річковою артерією району є р. Південний Буг, яка протікає територією Вінницького району протягом 82 км звивистою долиною з високим стрімким правим берегом.

Пересічна густота мережі річок на території Вінницького району становить $0,55\text{ км}^2$. Всього в районі нараховується 68 річок і тимчасових водостоків загальною довжиною 385 км.

Озер на території району дуже мало. Розміри їх невеликі, живляться головним чином від річкових паводків. В сухий період року вони часто висихають або перетворюються в болота.

У надрах Вінницького району є прісні та мінералізовані підземні води. Їх поширення тісно пов'язане з геологічною будовою цієї території. Містяться вони в основному четвертинному водоносному горизонті, а місцями у відкладах корінних порід.

Для території Вінницького району характерні в основному три типи ґрунтів: опідзолені чорноземи, сірі опідзолені ґрунти та глибокі мало гумусні чорноземи. Це пов'язано з різноманітними формами рельєфу, складом

грунтоутворюючих порід, умов поверхневого ат ґрунтового зволоження і рослинності.

Більшу частину площі (33,9 тис. га) займають опідзолені ґрунти, які розміщені на водороздільних просторах і схилах. Інші ґрунти мають незначні площі: чорноземи на елювії – 2,2, лугові і чорноземно-лугові – 4,3, болотні – 1,5, дернові – 0,8, намиті – 0,9, розмиті ґрунти і виходи корінних порід – 0,3, не обстежено – 0,4 тис. га.

На високих у вузьких водорозділах по берегах р. Південний Буг та її приток переважають світло-сірі і сірі ґрунти, які на крутосхилах в різній степені змиті. Це низькопродуктивні ґрунти з нестійкою структурою, вміст гумусу в них невисокий.

Темно-сірі опідзолені і опідзолені чорноземи є найбільш розповсюдженими ґрунтами в районі (29,1 тис. га) і майже всі вони знаходяться на орних землях. На відміну від світло сірих ґрунтів, вони володіють більш високим рівнем природної родючості, досить потужним і добре гумусова них профілем. Ці ґрунти добре забезпечені фосфором і помірно азотом та калієм. Вони більш структуровані і мають добре розвинуту капілярну систему(3)/

Чорноземи на елювії карбонатних порід займають в районі невеликі площі, половина з них припадає на ріллю. Приурочені вони до крейдяних підвищень горбисто-хвилястих водорозділів. Чорноземи характеризуються високим вмістом гумусу, доброю забезпеченістю поживними речовинами.

Лучні і чорноземно-лучні ґрунти залягають в заплавах рік, по долинах балок. Для них характерний добрий гумусовий профіль, значний запас поживних речовин, але вони часто бувають перезволожені. Лучні ґрунти зустрічаються в нижніх частинах схилів, по днищах балок, заплавах рік. Вони мають більш потужний гумусовий горизонт.

Дернові ґрунти приурочені до берегової тераси Південний Буг. Розмиті ґрунти і виходи пухких порід розміщуються на крутих схилах річкових долин, балок, ярів.

Болотні ґрунти займають найбільш низькі рівні заплавл та днищ балок. Утворились вони в умовах постійного пере зволоження неглибоко залягаючи ми ґрунтовими водами, внаслідок чого весь їх профіль має виразні ознаки оглеєння.

Ґрунтовий покрив склався під впливом помірного клімату з нейтральним балансом запасів води і періодично проливним водним режимом на карбонатних материнських породах суглинкового механічного складу, в умовах широко хвилястого розчленованого ерозією рельєфу, під лісовою і трав'янистою рослинністю яка тривалий час взаємно змінюється і піддається виробничій діяльності людини.

Ґрунти які переважають на Вінниччині є світло-сірі і сірі лісові, темно-сірі опідзолені і чорноземи опідзолені .

Найбільш розповсюдженим типом ґрунтів місця проведення дослідів є темно-сірі лісові опідзолені ґрунти середньо суглинкові по механічному складу. Вони утворені на лесах і лесоподібних суглинках. Вміст гумусу рідко перевищує 3%. Ґрунти в основному з вираженою кислотністю, потребують систематичного вапнування.

Темно-сірі лісові ґрунти мають ознаки чорноземів: вони більш гумусовані, насичені основами, відносно структурні. Орний шар цих ґрунтів однорідний, гомогенний по родючості, що створює умови для рівномірного розвитку кореневої системи рослин.

В порівняно з сірими лісовими, на темно сірих ґрунтах вміст гумусу збільшується від 2 до 3-3,5%, співвідношення Сгк:Сфк змінюється від 0,6 до 0,9, гідролітична кислотність в межах 2,5-3,5, сума вбирних основ 16-25 мг - скв. на 100 г фунту, міра насичення основами підвищується до 75-90%.

На цих ґрунтах розвивається багата різноманітна рослинність. Континентальний клімат виявився оптимальним для проникнення степових рослинних угруповань, а лісоутворюючих порід та супровідних їх рослин з ксеноморфними ознаками просочення в степові угруповання.

Через низький вміст гумусу і вимивання органічних та мінеральних колоїдних фракцій ґрунти позбавлені цінної структури. Тому такі ґрунти схильні до запливання і утворення кірки, яка прискорює випаровування вологи, призводить до механічного пошкодження рослин і погіршує водно-повітряні властивості. Сума ввібраних основ в середньому складає 17,9-23,6 мг-екв. на 100 г ґрунту при ступені насичення основами 75-80%. Показники сірого лісового середньосуглинкового ґрунту представлені в табл. 2.1.1.

Таблиця 2.1.1 Агрохімічна характеристика сірого лісового середнього суглинкового ґрунту (за матеріалами ґрунтового обстеження Вінницького центру „Облдержродючість”).

Шар ґрунту, см	Вміст гумусу, %	Рухомий фосфор	Обмінний калій	Розчин сольової витяжки	Гідролітична кислотність	Сума ввібраних основ	Ступінь насичення основами
		За Чиріковим, мг/100 г ґрунту			мг-екв. на 100 г ґрунту		
0-30	1,9-2,3	18,6-22,3	9,3-12,8	5,0-5,3	2,4-3,2	18,6-19,8	76,6-79,4
30-60	13-1,7	16,6-18,2	8,2-10,4	4,9-5,1	2,2-2,6	20,4-22,7	80,2-82,0

Ґрунт у досліді сірий опідзолений з умістом гумусу 2,1-2,4%. Азоту легкогідролізованого 8 мг/100 г, P_2O_5 - 8-10 мг/100 г, K_2O -9-11 мг/100 г, рН-4,8-5,1, вбирних основ - 16-18 мг-екв./100 г, гідролітична кислотність - 4,3-2,7. Достатня кількість мікроелементів (марганцю 396-900 мг/кг, бору - 11-45, цинку 20-74 мг/кг). Вбирних катіонів Са - 14,97, Mg - 4,00 мг-екв. на 100 г ґрунту. Вологість в'янення рослин - 6,1%.

Таким чином, ґрунти дослідної ділянки мають задовільну потужність гумусового горизонту, порівняно важкий механічний склад, слабо кислу реакцію ґрунтового розчину і в незначній мірі насичені основами; містять мало доступні для живлення рослин фосфати алюмінію і заліза.

Місце проведення досліджень розміщене на Подільській височині (300-400 м над рівнем моря) і відноситься до центрального регіону Лісостепу, який характеризується нестійким вологозабезпеченням.

Кліматичні умови району досліджень формуються під впливом таких кліматотвірних чинників: географічне положення, циркуляція повітряних мас і сонячна радіація. На місцевий клімат великий вплив чинять також різноманітні форми рельєфу, а також їх експозиція і висота.

Згідно з характером розподілу радіаційного балансу в часі і по території району, відбувається розподіл температури. Зокрема пересічна температура за рік коливається від 5 до 3°C. Взимку пересічні температури за місяць від'ємні (2–5°C у грудні, -5–7°C у січні, 4–5°C у лютому). Отже, найхолоднішим місяцем в районі є січень.

Особливо низькі температури спостерігаються тоді, коли над нашою територією проходять маси арктичного повітря, що прориваються з Карського моря. Коли ж над районами проходять маси тропічного походження із Середземного моря, температура піднімається.

Відлиги на території району бувають досить часто і можуть тривати майже 20 днів у грудні і по 15 днів у січні та лютому. Середньорічні температури липня +18–18,5°C, а січня –5–6°C.

Взимку на території району випадає майже втричі менше опадів, ніж влітку. При цьому опади взимку не інтенсивні і мають переважно обложний характер. Річна кількість атмосферних опадів становить 60–700 мм. Більша кількість їх випадає в теплий період року. Найбільш дощовий місяць червень, а найбільш сухий – вересень.

Вітри переважно слабкі і помірні з швидкістю 0,5–1 м/с, а взимку 6–10 м/с. В окремі періоди зрідка спостерігаються ураганні вітри.

У теплий період року на території спостерігаються й такі небезпечні явища погоди як грози, град, суховії.

Клімат району помірно континентальний з різновид ними мікрокліматичними зонами.

Природна трав'яниста рослинність на території району збереглася дуже мало, оскільки більша частина безлісих територій розорана під сільськогосподарські угіддя. У непорушному стані природному стані вона збереглася тільки на нерозораних сіножатях і пасовищах. В трав'янистому покриві вологих і заплавних лук розповсюджені осоково-різнотравно-злакові і бобово-різнотравно-злакові з перевагою в травостой метелика лугового, вівсяниці лучної. Степова рослинність зустрічається рідко, невеликими острівцями на незручних для розорювання ділянках.

Діброви поширені на темно-сірих ґрунтах водороздільних височин і по крутих схилах біля виходів вапняків. Лісоутворюючою породою їх є звичайний дуб, до якого домішується скельний дуб. Іноді до них приєднується ясен, польовий клен в першому ярусі і берест, граб, осика, черемха, береза, черешня, горобина в другому ярусі. Серед чагарників знаходимо ліщину, татарський клен, калину, глід, пухнасту жимолость, крушину, терен, шипшину, кизил та ін. Букові ліси ростуть на ясно-сірих ґрунтах підвищених вододілів. Це так звана свіжа бучина, яка складає темні ліси з майже відсутнім підліском.

Клімат регіону правобережного Лісостепу України, помірно континентальний це проявляється в помірно м'якій і сніжній зимі та помірно теплому літі.

Слід відмітити, що особливістю клімату даного регіону є велике коливання погодних умов з року в рік, коли поряд з вологими роками можливі різко посушливі роки, вірогідність яких зростає до півдня області. Зима тривала, але порівняно м'яка і тепла. Відрізняється переважанням циклонічної погоди - похмурої, вітрової з частими опадами. Тривалість і стійкість снігового покриву значно відрізняється по роках. Сніговий покрив встановлюється в другій половині листопада і сходить в третій декаді березня. Висота його коливається в межах 13-20 см в західних і південних частинах зони, 25-30 см в східній і південній.

Загальна кількість опадів за рік коливається в межах 480-560 мм, з яких 60-70 % випадає упродовж вегетації. Відносна вологість повітря в цей період складає 60%. Середня кількість днів з опадами - 140-160. Три-чотири роки за десятиріччя бувають посушливими, коли кількість опадів за рік на перевищує 400 мм, а за вегетаційний період 220-270 мм. За вегетацію спостерігаються тривалі (20-25 днів) періоди без опадів, а близько 50-70 днів бувають з опадами 2-5 мм, які випаровуються за 2-3 години.

Весна нерідко буває затяжною, супроводжується поверненням холодів і частим тимчасовим потеплінням. Опади за травень - червень в сприятливі роки складають 130 мм, або 22% річної норми.

Літо помірно тепле, інколи спекотне і засушливе. В літні місяці випадає найбільша кількість опадів. Відмічена значна інтенсивна грозова діяльність. Проте в цьому регіоні спостерігаються посушливі періоди, а інколи і суховії, тому заходи по збереженню вологи є важливими під час формування урожаю. За багаторічними даними, найбільша кількість опадів припадає на червень і липень - 68 мм і 72 мм, а найменша - на квітень-вересень - 36 і 37 мм.

Крім того, в літній період, особливо в другій половині червня і липня, 23-25% опадів випадають у вигляді злив, що приводить до інтенсивного стоку води, яка практично мало використовується рослинами. Гідротермічний коефіцієнт вегетаційного періоду дещо перевищує одиницю.

В перезволожені роки спостерігається надлишок вологи в ґрунті, який перевищує 20 мм весною і більше 100 мм в серпні. Випаровуваність, яка перевищує річну суму опадів, обумовлює нестійке зволоження, в засушливі роки кількість вологи весною зменшується на 40-100 мм, а в серпні вона в 2-3 рази менша.

Перша половина осені відрізняється малою кількістю опадів і великою сухістю повітря, тоді як в другій половині переважає похмура і дощова погода.

За теплозабезпеченням і режимом атмосферного зволоження область поділяється на три агрокліматичні райони. Вінницький район, де проводились дослідження, належить до другого центрального агрокліматичного району, який характеризується помірно теплим і вологим кліматом. Гідротермічний коефіцієнт складає - 1,7-1,8. Протягом року випадає біля 534-540 мм., причому з них біля - 70% опадів випадає в теплий період року. Запаси продуктивної вологи в шарі 0-100 см на початок вегетаційного періоду знаходяться на рівні найменшої польової вологоємності.

Основні кліматичні показники для центральної зони Вінницької області представлені в табл. 2.1.2.

Проведений аналіз погодних умов в рік проведення дослідів свідчить що вони були задовільними для росту і розвитку в період вегетації.

**Табл. 2.1.2. Кліматичні показники центрального регіону
Вінницької області**

№ п/п	Кліматичні показники	Центральна зона
1	Довжина безморозного періоду, днів	141-147
2	Сума позитивних температур, більше 0°C	2671-2780
3	Сума опадів за рік, мм	534-540
4	Середньорічна температура повітря, °C	6,7-7,0
5	Абсолютний мінімум температури повітря, °C	-34
6	Абсолютний максимум температури повітря, °C	+38
7	Середня дата першого приморозку, осінь	17 вересня
8	Середня дата останнього весняного приморозку	23-25 квітня
9	Довжина періоду із сніговим покривом, днів	87-90
10	Середня із максимальних висот снігового покриву, см	14-15
11	Середня глибина промерзання ґрунту, см	55-57
12	Максимальна глибина промерзання ґрунту, см	90
13	Переважаючий напрямок вітру	Північно-західний

В першій декаді квітня можна було відмітити гідротермічні умови близькі до середньобагаторічних показників. Сума опадів склала 15,4 мм і

завдяки достатнім запасам продуктивної вологи дерева отримали дружній розвиток. Біологічному мінімуму відповідала і середньодобова температура повітря, яка знаходилася в інтервалі 5,2-14,5°C (табл. 2.1.3).

В період інтенсивного росту і розвитку дерев у другій декаді травня спостерігалася контрастна погода. В першій декаді було прохолодно, але середня температура повітря другої декади травня становила 14,8-16,1°C, що близько до норми. Кількість опадів за декаду становила 11 мм або 69% від норми.

Табл. 2.1.3 Погодні умови за період досліджень

Місяці	Декади	Температура повітря, °C		Опади, мм	
		Середньодобова	Середньо-багаторічна	За період	Середньо-багаторічні
Квітень	I	8,3	-	2,5	-
	II	11,4	-	59,0	-
	III	7,0	-	-	-
	За місяць	8,9	7,7	61,5г	48
Травень	I	10,6	-	44,9	-
	II	13,4	-	5,8	-
	III	19,6	-	21,0	-
	За місяць	14,7	13,8	71,7	65
Червень	I	14,9	-	5,1	-
	II	17,3	-	31,2	-
	III	17,5	-	10,8	-
	За місяць	16,6	17,3	57,5	74
Липень	I	18,0	-	6,9	-
	II	20,2	-	17,8	-
	III	22,5	-	10,7	-
	За місяць	20,3	18,5	35,4	93
Серпень	I	20,5	-	51,5	-
	II	18,4	-	15,7	-
	III	18,1	-	9,2	-
	За місяць	19,0	17,9	76,4	69
За період		15,9	15,0	302,5	369

В третій декаді травня температура повітря становила 14,9-16,7°C, що є дещо вищим норми. В цілому, за травень середня температура повітря рівнялася середньо багаторічним показникам - 14°C.

Температура повітря першої декади червня становила 16,0-17,9°C, що є близьким до норми і в нічний час нижче 5-7°C не знижувалася. Сума ефективних температур становила 515-598°C, що на 40°C вище норми.

Дефіцит опадів (4 мм за декаду), прохолодні ночі гальмували ріст та розвиток рослин. У другій декаді червня утримувалася тепла погода, пройшли короткочасні дощі, місцями сильні. Середня декадна температура повітря становила 75 мм або 227% від норми. В третій декаді червня продовжувала утримуватися жарка, переважно суха погода. Середня декадна температура повітря становила 21,3°C, що на 2,3°C вище норми. Середньомісячна температура повітря становила 18,5°C, що на 1,1°C вище норми. Середня кількість опадів становила 43 мм, або 48% від норми.

В першій і другій декаді липня утримувався підвищений температурний режим з дефіцитом опадів. Загальна сума опадів становила 3-21 мм, або 9-54% від норми. Середньомісячна температура повітря складала 19,2-20,8°C, що більше норми на 1,0-2,4°C, а кількість опадів рівнялася 133 мм, або 141% місячної норми.

Температура повітря першої декади серпня перевищувала норму на 0,5-1,2°C і складала 19,3-21,4°C. В подальшому і в другій декаді утримувалася жарка, суха погода. Температура повітря була в межах 22,1-24,3°C і перевищувала норму на 3,3-5,7°C. Тепліше звичайного була погода в третій декаді серпня.

В першій декаді вересня переважала тепла і суха погода. Середньодекадна температура повітря становила 19,2-20,8°C, що на 2,6-4,9°C вище за норму. Опадів за декаду випало мінімальна кількість (1-3 мм).

Таким чином, погодні умови в проведення досліджень були близькі до середньобагаторічних показників (за останні 30 років) і сприятливі для росту і розвитку рослин.

Отже, вибираючи гібриди кукурудзи для вирощування в певній місцевості, слід враховувати їхній біологічний потенціал та ґрунтово-кліматичні умови регіону. В Україні розрізняють три зони кукурудзосіяння – Степ, Лісостеп і Полісся. Характеристику агрокліматичних умов вирощування кукурудзи на зерно в цих зонах наведено в таблиці 2.1.4

Таблиця 2.1.4 Агрокліматичні умови зон вирощування кукурудзи на зерно в Україні

Зона	Тривалість безморозного періоду, дів	Сума активних температур, °С	Сума ефективних температур, °С	Річна сума опадів, мм
Степ	165-185	2800-3500	1110-1400	350-500
Лісостеп	150-170	2300-2700	800-1100	500-600
Полісся	150–165	2140–2600	700-900	540-620

Залежно від вимоги гібридів до температурного режиму їх поділяють на 7 основних груп стиглості (табл.2.1.5).

Таблиця 2.1.5 Необхідний тепловий режим для гібридів різних груп стиглості

Група стиглості гібридів	Сума активних температур, 0	Сума ефективних температур, 0	У тому числі	
			Від сходів до використання волоті, 0	Від викидання волоті до воскової стиглості, 0
Дуже ранньостиглі	2100	750-800	375	375
Ранньостиглі	2200	850-1000	400	400
Середньоранні	2400	1100	450	450
Середньостиглі	2600	1150	500	500
Середньопізні	2800	1200	550	550
Пізньостиглі	До 3000	1300	600	600
Дуже пізньостиглі	Більше 3000	Більше 1350	650	650

2.2 Методика досліджень

Пізнання біологічного об'єкту розглядається як системний підхід у вивченні його взаємодіючих елементів обмежених у просторі і часі.

В сукупній системі встановлюється склад елементів, їх структура та організація, взаємодія, а в подальшому розробляється комплекс прийомів для оптимізації розвитку системи в даний час і на майбутнє.

Посів сільськогосподарської культури потрібно розглядати як систему агробіоценозу, що складається як з самих рослин, так і окремих її елементів – тканин та клітин.

Вивчаючи особливості дії і взаємодії елементів агробіоценозу ми, також, проводимо в дію прийоми для створення більш високого рівня організації біологічної системи, появи додаткових її властивостей.

Методологічною основою вибору напрямку наукового дослідження є принцип єдності і взаємозв'язку рослин з навколишнім середовищем. Дотримання принципу єдності є основою польового експерименту. Побудова системи досліду ґрунтується на об'єктивних законах землеробства: мінімуму максимуму, сукупної дії чинників.

Особливості досліду з зерновими культурами полягають у великій різноманітності рослин, які потребують більшої диференціації розміру ділянки, більш ретельних способів обліку та оцінки врожаю.[27]

Принциповим питанням планування експерименту є визначення правильного розміщення варіантів по ділянках досліду. Теоретичними обґрунтуваннями є методи які базуються на принципі рендомізації. Випадкове (рендомізоване) розміщення варіантів всередині кожного повторення дозволяє отримати об'єктивну оцінку ефектів, варіантів і похибки досліду. Відповідно, і в умовах захищеного ґрунту варіанти всередині кожного повторення потрібно розміщувати рендомізовано, на основі таблиці випадкових чисел.

Всі дослідження які потребують точних порівнянь, слід закладати вати методами, що ґрунтуються на рандомізованому розміщенні варіантів всередині повторень (блоків). Дані обліку врожаю проходили обробку методом дисперсійного аналізу в відповідності за схемою в структурі дослідження.

Для сівби необхідно використовували однорідне насіння відомого походження і одної і тієї ж репродукції. Густина сівби, якщо вона не є чинником, який вивчається, повинна відповідати прийнятній в практиці. На всіх ділянках повинно бути гарантовано встановлене схемою дослідження число рослин, а в випадку необхідності слід проводити проріджування після сходів.

Врожай обліковували суцільним методом, зважуючи рослини зі всієї облікової ділянки.

Для оцінки якості врожаю з кожної ділянки чи з ділянок кратних чи некрратних повторень відбирали середні зразки (вибірки) із товарної частини продукції і визначали середню масу одиниці продукції та вміст сухих речовин.

Отримані результати експериментальних досліджень і врожайні дані підлягають математичній обробці. Мета такої обробки є визначення можливості розповсюдження результатів польового дослідження на генеральну сукупність. В біологічних дослідженнях прийнятний 95% -вий рівень вірогідності.

Обробку даних одно-чи двох факторного дослідження з однорідними культурами проводили по Б.А. Доспехову (1985) в наступній послідовності: вихідні дані заносять в таблицю врожайів, визначають суми і середнє; вчислюють суми квадратів відхилень від всіх джерел варіювання; складають таблицю дисперсійного аналізу і перевіряють нульову гіпотезу по F-критерію.

Послідовність виконання операцій при визначенні достовірності відмінностей між варіантами наступна: складається таблиця врожаю, в якій вчислюється середній врожай по варіантах, повтореннях, дослідження;

визначається варіювання врожаїв, повторень, варіантів і їх взаємодія; вичисляють суму квадратів відхилень враховуючи число спостережень, коректуючий чинник та суму квадратів відхилень.

Табличне значення F_{05} знаходить по таблиці Фішера для числа ступеню свободи варіантів і числа ступеню свободи похибки.

Для оцінки суттєвості різниць і варіантів вичисляли похибку досліду, похибку різності середніх і HP_{05} – в абсолютних і відносних величинах.

Якщо фактична різниця рівна або більше $HP_{0,95}$, можна з вірогідністю в 95% судити, що різниця між можливими генеральними середніми дійсно відрізняються від 0 і позитивні (на користь варіанту який визначений).

пагонах які залишились формувати врожай. При цьому на перцю залишали 20-25 плодів, а на рослинах баклажанів – 16-20.

При проведенні досліджень використовували наступні методи: візуальний; ваговий (для встановлення фенологічних змін росту та розвитку рослин); регресійний (для визначення вірогідності даних, кореляційних залежностей); порівняльно-розрахунковий.

Методичною основою експериментальних досліджень були:»Методика проведення дослідів з кормо виробництва» і «Методика проведення польових дослідів з кукурудзою».Збирання гібридів кукурудзи на силос проводили подільночно у фазу молочно-воскової стиглості.

Площа посівної ділянки – 50 м², облікової – 25 м². Повторність у досліді – чотириразова. Розміщення варіантів систематичне в 2 яруси.

Технологія вирощування загальноприйнята для регіону Поділля.

Висівали гібриди різних груп стиглості. Ранньостиглі: Мотрин 178 СВ, Амабус, Блиц 160 МВ. Середньоранні: Артемів 280 СВ, Авіас 277 СВ, Боржава 290 СВ. Середньостиглі: Збруч, Азов, Гіаліт 391 МВ.

Сівба проводилась на глибину 5-6 см з міжряддям 70 см і густотою рослин 80-100 і 120 тис./га. Норми внесення добрив визначали балансово-розрахунковим методом на запланований урожай залежно від вмісту

поживних речовин в ґрунті та коефіцієнтів використання їх з добрив та ґрунту. Досліджували продуктивність гібридів кукурудзи залежно від наступних норм добрив: 1) без добрив; 2) $N_{120}P_{60}K_{120}$; 3) $N_{150}P_{90}K_{160}$ /

Впродовж періоду росту і розвитку рослин кукурудзи проводили фенологічні спостереження та визначали динаміку наростання зеленої маси гібридів. Відмічали наступні фази: сходи, 6-8 листків, викидання волоті, цвітіння, молочну, молочно-воскову, воскову стиглість. За початок фази приймали при наявності її не менш ніж 10%, за повну - 75%.

Оцінку фотосинтетичної діяльності визначали по наступних показниках:

- площу листової поверхні аналітичним методом згідно з формулою $S = 0.75 \times a \times b$;
- чисту продуктивність фотосинтезу - використовуючи методикку А.А. Ничипоровича та ін. (24)
- поглинання ФАР листками гібридів кукурудзи - за методикою Х.Р. Тьомінга, Б.І. Гуляєва (8)

На вегетуючих 25 рослинах ділянок дослідів визначили інтенсивність і продуктивність фотосинтезу.

Підрахунок густоти рослин проводили у фазі повних сходів і перед збиранням врожаю на постійно закріплених кілочками ділянках, у триразовій повторності, на двох несуміжних повтореннях. Висоту рослин визначали шляхом заміру на закріплених кілочках 25 рослинах у триразовій повторності, на двох несуміжних повтореннях. Для визначення структури врожаю кукурудзи перед збиранням розбирали 10 рослин (стебла, листя, качан). Вміст сухої речовини рослин визначали в сушильній шафі за температури $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ до постійної ваги. Таким чином, виконання методичних вимог до проведення польового дослідів і було важливим чинником для об'єктивної оцінки дії технологічних прийомів підвищення продуктивності гібридів кукурудзи.

Розділ 3. Гібриди кукурудзи за строками стиглості.

За тривалістю проходження фаз розвитку лінії та гібриди кукурудзи поділяють на 7 основних груп стиглості:

- **дуже ранньостиглі** – 70–80 діб від появи сходів до повної стиглості зерна (ФАО 110–149);
- **ранньостиглі** – 81–90 діб від появи сходів до повної стиглості зерна (ФАО 150–199);
- **середньоранні** – 91–100 діб від появи сходів до повної стиглості зерна (ФАО 200–299);
- **середньостиглі** – 101–110 діб від появи сходів до повної стиглості зерна (ФАО 300–399);
- **середньопізні** – 111–120 діб від появи сходів до повної стиглості зерна (ФАО 400–499);
- **пізньостиглі** – 121–130 діб від появи сходів до повної стиглості зерна (ФАО 500–599);
- **дуже пізні** – 131–140 діб від появи сходів до повної стиглості зерна (ФАО 600–699).

Кукурудза стала найважливішою зерною і кормовою культурою сучасного землеробства за рахунок впровадження високопродуктивних гібридів. В результаті за врожайністю вона займає перше місце в світі, значно випереджаючи інші зернові продовольчі та кормові культури. В Україні її площі досягають 6 млн. гектарів. велику частину їх займають кукурудзою на силос(для її вирощування використовують ранньостиглі гібриди), забезпечуючи доброякісний корм з простим і дешевим зберіганням. Найбільше сухої органічної речовини в стеблах знаходиться за два-три тижні до повної стиглості, коли зерно у верхній частині набуло блиску, але не повністю затверділо. У цей період у ньому міститься в середньому 68,4 % води, 1,2 % попелу, 1,9 % білкових речовин (протеїну), 11% клітковини, 17,5 % без азотистих екстрактивних речовин.

При силосуванні кукурудзи кормові цінності стебел мають важливе значення і тому кукурудзу на силос потрібно силосувати в визначений період.

При аналізі результатів сортовипробування ячменю та кукурудзи різниця за врожайністю зерна становить на користь кукурудзи: в Степу становить у середньому за останні 10 років 4,2 ц/ га, у Лісостепу- 12,8, а на Поліссі – досягає 21,4 ц/га. Враховуючи, що в останні роки темпи генетичного покращення кукурудзи значно вищі, ніж інших зернових культур, ця різниця буде збільшуватися на користь цієї культури.

Основний приріст валових зборів зерна кукурудзи в світі в останнє десятиріччя відбувається, в основному, за рахунок приросту врожайності. На думку спеціалістів деяких кукурудзосійних країн, ця тенденція приросту врожайності збережеться до кінця століття.

Сучасний рівень технічного оснащення, збільшення надходження мінеральних добрив та гербіцидів, широке впровадження у виробництво інтенсивних технологій на базі нових високопродуктивних гібридів дає можливість у всіх регіонах вирощування кукурудзи збільшити врожай зерна та силосної маси цієї цінної культури. Про це свідчить дані сортодільниць, науково-дослідних установ, передових господарств.

Особливо великі резерви мають райони Полісся та Лісостепу, де природно-кліматичні умови найсприятливіші для вирощування особливо скоростиглих гібридів кукурудзи. Це регіони з достатнім забезпеченням водою, але обмеженим температурним режимом. Середні багаторічні запаси доступної для рослин води в метровому шарі ґрунту на початку весни становить на Полісся 185, у лісостепу – 160 і в Степу – 120 мм.

Після з'явлення сходів кукурудза росте досить повільно, що зумовлює невелике витрачання води рослиною в цей період. Після появи восьмого-дев'ятого листа, а особливо з появою волоті, кукурудза починає інтенсивно рости у висоту і нарощує вегетативну масу, в результаті чого значно збільшується використання води і воно досягає максимуму в період від

початку цвітіння до молочно-воскової стиглості. Цей період для кукурудзи є критичним щодо потреби у воді і триває 10 днів до і після цвітіння. Найбільше впливає на кукурудзу посуха під час цвітіння. Середня багаторічна сума ефективним температур в регіоні Поділля становить 1020°C з значним коливаннями в окремі роки.

Якщо в 2015р. вона досягала 1342°C , що практично достатньо для визрівання середньостиглих гібридів, то в 2016 і 2017 рр. зменшувалась відповідно до 749 та 726°C , а ця кількість тепла – мінімум для дозрівання самих ранньостиглих гібридів до воскової стиглості.

Найпридатніші для вирощування на зерно в цьому регіоні ранньостиглі гібриди з вегетаційним періодом 100-110 днів, які потребують не менше $750-800^{\circ}\text{C}$ суми ефективних температур за вегетативний період.

Таким чином, якщо в Степу лімітуючим чинником для вирощування кукурудзи є вода, то на Поліссі і в Лісостепу – температурні умови.

Відповідно до якої проводимо класифікацію їх за системою ФАО (табл.3. 1).

Таблиця 3.1 Групи стиглості кукурудзи та класифікація ФАО

Група стиглості	Кількість листків	ФАО	Гібриди-стандарти
Дуже ранньостиглі	До 11	100-149	Колективний 101 ТВ
Ранньостиглі	12-14	150-199	Колективний 100ТВ
Середньоранні	15-16	200-299	Буковинський 3ТВ
Середньостиглі	17-18	300-399	ВІР 27МВ
Середньопізні	19-20	400-499	Краснодарський 303АТВ
Пізньостиглі	21-23	500-599	Краснодарський 229ТВ
Дуже пізньостиглі	Більше 23	Більше 600	ВІР 338 ТВ

Таким чином, важливе значення має створення та впровадження в виробництво ранньостиглих гібридів для вирощування на силос. В Україні кукурудзу на силос та зелений корм вирощують на площі, більш 4 млн. гектарів. Врожайність її на сьогоднішній день досить невисока – коливається від 180 до 230 ц/га.

На значній площі у Лісостепу та на Поліссі вирощують на силос пізньостиглі та середньостиглі гібриди, які не досягають навіть молочної стиглості. Забезпечуючи досить великий урожай зеленої маси з вологістю 80-82 %, вони погіршують якість силосу, що негативно впливає на продуктивність молочного стада.

Враховуючи, що значні площі після кукурудзи на силос використовується під озимі культури і скошують її на початку або в середині серпня, впровадження скоростиглих гібридів для одержання раннього поживного силосу набуває ще вагомішого значення. Державна комісія по сортовипробуванню районування кукурудзи на силос проводить при двох видах випробування – як попередник під озимі та повноту використання вегетаційного періоду регіону. Генетичний потенціал гібридів у такому випадку буде різний залежно від способу їх використання.

При збиранні кукурудзи з вологістю зеленої маси 80-82 % поживність силосу не перевищує 0,15-0,17 кормових одиниць в 1 кг, а втрати під час силосування в процесі консервації досягають 30-40%. Коли ж збирають кукурудзу на початку воскової стиглості та в восковій, а вологість зменшується відповідно до 75-65 %, то поживність силосу досягає 0,25-0,30 кормових одиниць.

Центральний регіон Лісостепу, де проводилися дослідження, відзначається помірно теплим і вологим кліматом. Загальна кількість опадів за рік становить 480-560 мм, з яких 60-70% випадне протягом вегетації. Із загальної кількості опадів тільки 100 мм (20-30%) використовуються рослинами на створення врожаю (Альтман К. Н., 1969). За вегетаційний період кількість опадів становить 220-270 мм. За багаторічними даними,

найбільше їх припадає на червень і липень – 68-72 мм, а найменше на квітень і вересень - 36 і 37 мм. Крім того, у літній період, особливо в другій половині червня і липня, 23-25% опадів випадають у вигляді злив, що призводить до інтенсивного стоку води, яка практично мало використовується рослинами.

Тривалість періоду активної вегетації (перехід температури через 10°) у межах Лісостепового регіону– 155-170 днів, починаючи з третьої декади квітня до першої декади жовтня. У липні середньомісячна температура повітря коливається від 10 до 20°С (Наукові основи ведення , сільського господарства зони Лісостепу України, 2000).

Для формування високої продуктивності сучасних гібридів кукурудзи інтенсивного типу в умовах центрального Лісостепу правобережної України важливо, щоб гідротермічні ресурси регіону відповідали біологічним вимогам рослин до факторів життя(17)/

Узагальнення показників погодних умов за роки досліджень на дала змогу визначити взаємозв'язки між ФАР та сумою температур, відносною вологістю повітря, кількістю опадів і тривалістю дня, які свідчать про прямий позитивний сумісний коефіцієнт кореляції між зазначеними погодними факторами (табл.3.2). Сума ФАР за період вегетації становила 1343 МДж/м².

Таблиця3.2- Взаємозв'язок між погодними чинниками за вегетаційний період, середнє за 2014-2016 рр.

Місяць	Коефіцієнте кореляції між показниками ФАР				Коефіцієнт сумісної кореляції
	Максимальною температурою повітря, °С	Відносною вологістю повітря, %	Опади, мм	Тривалістю дня, год	
Травень	+0,624	-0,756	-0,531	+0,629	+0,812
Червень	+0,565	-0,688	-0,303	+0,048	+0,624
Липень	+0,631	-0,544	-0,261	-0,040	+0,724
Серпень	+0,644	-0,682	-0,319	-0,203	+0,729
Вересень	0,240	-0,794	-0,553	+0,915	+0,973

Аналіз гідротермічних умов показав, що роки проведення досліджень досить різко відрізнялись між собою, що дозволило всебічно оцінити дію і взаємодію технологічних прийомів вирощування кукурудзи.

За кількістю опадів у період цвітіння і формування зерна, який є найбільш критичним щодо забезпечення вологою кукурудзи і сприятливим для її вирощування, був 2015 рік. За вказаний період випало 132,2-142,5 мм, або 24,6-35,5% від загальної кількості опадів за вегетацію рослин цієї культури. Сума опадів за вегетаційний період (квітень-вересень) була більшою від середньобогаторічних даних на 60 мм і становила в середньому 419 мм.

У менш сприятливий за вологозабезпеченістю 2014 рік у травні-вересні опадів випало недостатньо - 39,8 мм (15,9%), що становило 72-91% від середньобогаторічних показників. Сума опадів за вегетаційний період становила в середньому 288 мм, при ГТК - 1,03. Температура повітря в період цвітіння, формування і наливу зерна кукурудзи була на 0,3-1,8°C вищою, порівняно із середньобогаторічними показниками. Нестача вологи в період цвітіння кукурудзи призвела до зниження пилкоутворюючої здатності та інтенсивності цвітіння волоті рослин, що в кінцевому результаті й визначило її низьку продуктивність.

Таблиця 3.3 Вплив гідротермічних умов на продуктивність кукурудзи

Рік	Сума ефективних температур, °С	Запаси продуктивної вологи, (мм) орного шару ґрунту	Тривалість періоду вегетації, дні	Суша речовина, ц/га 1
2014	750	102	92	148
2015	726	98	103	139
2016	713	63	98	144
середнє	730	88	98	143

Виявлена значна кореляційна залежність між сумою ефективних температур і тривалістю вегетаційного періоду кукурудзи ($r=0,546$), а також

між сумою ефективних температур і вмістом сухої речовини ($r=0,789$).

Проявляється закономірність, яка свідчить про те, що рослинам кукурудзи важливою є не стільки сума ефективних температур, а відрізок часу, за який вона накопичена (чим він коротший, тим більшою є продуктивність).

Залежність рівня врожаю кукурудзи по роках від кількості опадів можна виразити наступним рівнянням регресії:

$$Y_1 = - 150,00 + 0,13 x_1, + 679,3 + 1/x_1$$

де Y - урожай зеленої маси, ц/га;

x_1 - кількість опадів за період вегетації, мм.

Для результативного показника Y_1 і коефіцієнт множинної кореляції складає 0,55, а критерій Фішера свідчить про високу вірогідність виявлених зв'язків. Визначення коефіцієнтів детермінації показує роль фактора опадів у формуванні величини врожаю кукурудзи. За роки досліджень вплив опадів на формування величини врожаю кукурудзи склав 21%. Слід зазначити, що при формуванні високої продуктивності посіву кукурудзи важливу роль відіграють опади, особливо в період цвітіння і формування зерна. Виявлену залежність відображає рівняння регресії:

$$Y_2 = 133,890 + 0,148 x_2 - 0,00056 x_2^2,$$

де Y_2 – суха речовина, ц/га; а x_2 – кількість опадів за період цвітіння, мм.

Для результативного показника Y_2 коефіцієнт множинної кореляції складає 0,632, а критерій Фішера свідчить про високу вірогідність зв'язків. При цьому, часткова участь опадів за визначений період у формуванні врожаю кукурудзи складає 41%.

Головним чинником мінливості темпів росту і розвитку рослин кукурудзи є температура повітря. Проведений системний аналіз свідчить про те, що для кукурудзи сума ефективних температур є фактором, який визначає величину її врожаю. Дольова участь суми ефективних температур у формуванні врожаю кукурудзи становила 37%.

У дослідженнях виявлено прямолінійну залежність величини врожаю зерна кукурудзи від суми ефективних температур за період вегетації рослин, яку можна виразити рівнянням регресії:

$$Y_3 = 13,78 + 0,05x_1,$$

де Y_3 - врожайність зерна, ц/га;

x_1 – сума ефективних температур за вегетацією рослин кукурудзи, °С.

Для результативного показника Y_3 коефіцієнт множинної кореляції становить 0,31, а критерій Фішера свідчить про середній зв'язок між величинами.

В умовах центрального Лісостепу правобережної України основним критерієм оцінки процесу формування врожаю кукурудзи є сума ефективних температур.

Проведений кореляційно-регресійний аналіз результатів досліджень показує, що регресійні моделі, які включають всі гідротермічні фактори, що аналізуються, мають високу вірогідність. Так, регресійна модель, яка описує формування врожаю кукурудзи залежно від кількості опадів, суми ефективних температур і коефіцієнта використання ФАР, має наступний вигляд:

$$Y_4 = 118,95 + 0,109x_1 + 12690,18/x_1 - 0,156x_2 + 0,0001x_2^2 + 48,390x_3,$$

де Y_4 - збір сухої речовини кукурудзи, ц/га;

x_1 - кількість опадів за вегетацію кукурудзи, мм;

x_2 - сума ефективних температур, °С;

x_3 - коефіцієнт використання ФАР, %.

Часткова участь гідротермічних факторів, які вивчаються, у формуванні величини врожаю кукурудзи становить 81%. Тобто, формування величини врожаю кукурудзи на 81% залежить від факторів, які вивчаються, і лише на 19% - від інших, що не враховані у регресивній моделі.

Таким чином, гідротермічні умови в роки проведення досліджень були в основному сприятливими для росту і розвитку та формування врожаю кукурудзи, що дозволило одержувати по 140 - 150 ц/га сухої речовини. Це

свідчить про те, що зона центрального Лісостепу правобережної України за погодними умовами сприятлива для вирощування середньоранніх гібридів кукурудзи інтенсивного типу.

Розділ 4. Технологія вирощування кукурудзи

Гібрид кукурудзи з підвищеним генетичним потенціалом потребує при вирощуванні і відповідно підвищеного технологічного рівня. Тому, необхідно застосовувати найоптимальніший варіант з енергозберігаючої технології для даного регіону правобережного Лісостепу з врахуванням основних параметрів формування високопродуктивних рослин(10)/

4.1. Органогенез кукурудзи як технологічна складова

Розвиток рослин кукурудзи починається з проростання зернівки

Сходи 1етап. Недиференційований конус росту насінини, поява першого листка, третій листок, витягування конусу росту, утворення вузлів і міжвузль зачатка стебла, поява третього листка, п'ятий листок, розгортання зародкових листків, сегментація конусу росту. Формування зачатка осі волоті, колоскових лопатей Поява п'ятого листка, шостий – наступні листки 5,6,7- I, II, III, IV V етапи. Диференціація вузлів і міжвузль стебла, сегментація осі зачатка качана, колоскових лопатей волоті та качана. Формування і диференціація квіток волоті, качана та пилку. Утворення і розвиток першого надземного та наступних вузлів стебла і листків Поява волоті , VI ,VII етап Поява волоті, формування зародкового мішечка, посилений ріст стовпчиків та стрижня Поява волоті з розтруба листків Цвітіння волоті 9 Цвітіння волоті Висипання пилку з пиляків Цвітіння качана -VIII ,IX. Поява приймочок, запліднення Поява стовпчиків з приймочками з обгортки качана Молочна стиглість X етап. Формування зародка, утворення ендосперму та перикарпію зерна Поява молочка при розрізанні зерна. Обгортка качана і листків зелені. Воскова стиглість XI етап. Дозрівання зародка. Утворення коричневого абсцизного прошарку Зерно набуває восковидної консистенції. При розрізанні зерна молочка не виявляється. Обгортка підсихає і жовтіє Повна стиглість XII етап. Диференціація ендосперму. Утворення складних білків та вуглеводів .

Оболонка зерна складається із затверділих клітин перикарпію та тонкої напівпрозорої мембрани. Зерно твердіє і рослина засихає(20)/

Розвиток рослини кукурудзи починається з проростання зернівки. Спочатку внаслідок набухання зернівки зникає борозенка на черевці, після чого в поздовжньому напрямку лопається оболонка і з'являється первинний корінець та зародкова брунька, вкриті відповідно кореневою і бруньковою піхвами. Первинний корінець спрямовується донизу, а брунька – вертикально вгору. Приблизно на третю–четверту добу після проростання на підсім'ядольному коліні, яке лежить між первинним корінцем і брунькою, з'являються зачатки придаткових корінців. Пізніше із зародкової бруньки розвиваються листочки, які виходять на поверхню у вигляді шильця – обгорнуті в трубочку і вкриті колеоптилем, що має потужний тургор і пробиває ґрунт.

Швидкість проростання залежить від сукупності чинників: температури ґрунту, вологості і доступу кисню. В умовах України тривалість періоду від сівби до появи сходів може коливатися від 6 до 25 діб (у середньому 10–12 діб).

Основний чинник, який визначає швидкість проростання, – температура ґрунту в 10–сантиметровому шарі. Для більшості гібридів нижня межа температури, за якої починаються ростові процеси (тобто можливе проростання), становить +8...10 °С. При середньодобовій температурі ґрунту близько +13 °С сходи з'являються через 20 діб після посіву, при +15 °С – через 10 діб, а при +19 °С – через 6–7. Досвід показує, що оптимально кукурудзу слід починати сіяти при настанні середньодобової температури +13 °С. За швидкого наростання тепла це зумовлює появу сходів уже через 11–12 діб.

Сівба у непрогрітій ґрунт затримує ростові процеси. Частина насіння може втратити схожість. Сходи з'являються зріджено і нерівномірно внаслідок ураження насіння і рослин збудниками хвороб із родів *Alternaria* Ness., *Aspergillus* Mich., *Botrytis* Mich., *Cladosporium* Link., *Fusarium* Link.,

Mucor Mich., Penicillium Link., Pytium Pringsh., Rhizoctonia DC., Trichothecium Link. При заморозках до -4°C у фазі сходів рослини гинуть упродовж години, за температури $-2...+3^{\circ}\text{C}$ пошкоджуються, але можуть відновити розвиток, якщо заморозки були нетривалими. Вологе насіння при -3°C втрачає схожість(35)/

Щодо вологості ґрунту, то сходи кукурудзи потребують невеликої її кількості: як правило, в усіх зонах вирощування буває достатньо того запасу вологи, який є у ґрунті при сівбі, та опадів у цей період(7)/До того ж кукурудза добре витримує глибоке закладання насіння в ґрунт, що дозволяє розміщувати його у зволоженому прошарку. Достатньою для проростання кукурудзи є відносна вологість ґрунту 50 %. Якщо ж у суху спекотну весну поверхневий шар ґрунту швидко пересихає, сходи з'являються поступово (частина після випадання дощів) і розвиваються нерівномірно, спричиняючи ярусність посіву.

В останні роки у Степу та східній частині Лісостепу спостерігається тенденція до зниження запасів вологи у ґрунті на період сівби та отримання сходів кукурудзи.

Тому при посіві кукурудзи особливу увагу слід приділяти вологозберігальним технологіям обробітку ґрунту(34)/

У разі поєднання оптимальної температури і вологості найкоротший проміжок часу від сівби до появи сходів кукурудзи становить 4 доби. Від початку сходів до фази повних сходів минає в середньому 5–7 діб, за особливо сприятливих умов — 1 доба. У цей час визначається такий елемент продуктивності, як густина стояння рослин(22)/

Розвиток молодого рослини (утворення корінців і перших трьох листків) відбувається за рахунок готових запасів насінини. Цим пояснюється чимала швидкість росту: листя від 1-го до 3-го з'являється одне за одним із проміжками в 1–2 дні. Конус наростання майбутнього чоловічого суцвіття (волоті) у цей період закладається, але ще не є диференційованим. Важливу роль у живленні рослини в перші 7–10 діб відіграють зародковий і 3–5

первинних бічних корінців. Пізніше, після третього–четвертого листка, з підземних вузлів стебла на глибині 3–5 см від поверхні ґрунту формуються додаткові корені, які надалі виконуватимуть основну роль у живленні рослин. У перші 2–3 тижні вони ростуть углиб на 15–20 см, далі розвиваються у горизонтальному напрямку навколо стебла і потім знову заглиблюються. В результаті формується мичкувата коренева система, дуже розгалужена, з глибоким проникненням коріння у ґрунт. Основна маса коренів перебуває у шарі ґрунту 30–60 см від поверхні, але частина з них проникає глибше, постачаючи воду рослині з глибини 1,5–4 м. До настання генеративної стадії ріст коренів дуже інтенсивний, потім дещо уповільнюється(36)/

Паралельно з розвитком кореневої системи розвивається листя, стебло та генеративні органи (чоловічі і жіночі суцвіття)

Фаза розвитку від 3–го до 8–го листка характеризується невисокою температурою навколишнього середовища і повним переходом молоді рослини на автотрофне (самостійне) живлення внаслідок росту і заглиблення кореневої системи. Тому листя в цей період росте повільніше, кожен наступний листок з'являється через 3–6 діб після попереднього. Фаза утворення 3–5–го листка дуже важлива у формуванні генеративних органів: у цей період відбувається диференціація конуса наростання волоті, а також закладається та диференціюється конус наростання майбутнього жіночого суцвіття (качана).

Листя від 8–го до 11–го формується в кращих умовах: за вищої температури, за досить розвиненої кореневої системи. На цей час корені проростають на глибину понад 60 см і охоплюють простір радіусом близько 40–60 см. Тому розгортання 8–11–го листків відбувається швидко, з проміжками в 1–2 дні. Цей період визначається як початок стеблуння – формування вузлів і міжвузлів. Триває закладання майбутнього урожаю – формування генеративних органів (утворення колосових лопатей чоловічого суцвіття, витягування і неглибока сегментація основи жіночого суцвіття),

але ростуть вони в цей час дуже повільно, волоть за розмірами не перевищує 1 см. У період від 3-5-го листка до початку стеблуння визначаються такі елементи продуктивності, як загальна кількість листя і коефіцієнт кушіння.

Утворення 11-13-го листка і наступних відповідає за часом фенофазі трубкування. Швидкість розгортання кожного з цих листків становить 3–6 днів. У період від утворення 10-го листка і до повного цвітіння триває найінтенсивніший ріст рослин, який становить у найтепліші дні 10–15 см на добу. Починається швидке збільшення розмірів волотей. У їхніх колосках формуються квітки і утворюється пилок. У жіночих суцвіттях, що відстають за темпами розвитку від чоловічих і на цей час за розмірами не перевищують 1 мм, починається диференціація, формуються колоскові горбики. Цей період визначальний у формуванні таких важливих елементів продуктивності, як довжина качана та кількість зерен у рядах. Тому для отримання великих за розміром качанів слід з моменту розгортання верхніх листків намагатися повною мірою забезпечити рослини вологою і поживними речовинами.

Загалом у першій половині вегетації кукурудза досить ощадливо витрачає ґрунтову вологу, від появи сходів до утворення 15 листків використовується 7–8 % загального споживання. Брак вологи у період від появи 7-го листка до викидання волотей мало впливає на урожай, але при довшій тривалості посухи (наприклад, від сходів до викидання волотей) він може знизитися на чверть. Надалі приріст вегетативної маси починає різко збільшуватися, що підвищує вимоги до вологозабезпечення рослин. Якщо у фазі виходу в трубку (11–13-й листок) вологи недостатньо, то ріст рослин і формування початків гальмується, а продуктивність буде нижчою.

Наступна фаза розвитку (викидання волотей) може тривати від 7 до 12 діб. У цей період завершується формування пилку, витягуються всі членики суцвіть і триває органогенез жіночих суцвіть. За сприятливих погодних умов через 5–7 діб після виходу волоті з розтрубу верхнього листка вона зацвітає.

Продуктивність роботи листкового апарату досягає максимуму з початком цвітіння, і ріст рослини у висоту припиняється. До цього моменту інтенсивність росту і швидкість проходження окремих фенофаз дуже залежать від таких чинників, як сума активних температур, кількість опадів до періоду цвітіння чоловічих суцвіть, тривалість світлового дня, густина посіву та ін. У період сходи — викидання волотей оптимальною для росту і розвитку кукурудзи є середньодобова температура +20...23 °С. Зниження температури нижче +14 °С, різкі перепади денних і нічних температур у цей період порушують розвиток кореневої системи і утворення хлорофілу, а отже, негативно впливають на енергію росту, асиміляційні процеси, розтягують тривалість вегетації. Показником сприятливості умов вирощування культури є темпи приросту рослин у висоту. У перші 15 діб після появи сходів середньодобовий приріст за оптимальних умов коливається у межах 1,2–2,4 см, у наступні 1–2 тижні дещо знижується, а далі знову поступово зростає, досягаючи максимуму (5–7, іноді 12–15 см) за 7–10 діб до викидання волотей.

З цього моменту (за 10–14 діб до викидання волотей) до молочної стиглості зерна протягом 30 діб триває критичний для кукурудзи період у плані вологозабезпечення. Велика потреба у волозі пов'язана з інтенсивним накопиченням сухих речовин, цвітінням, заплідненням і початком утворення зернівок. Від фази 15 листків до середини молочної стиглості рослина кукурудзи використовує 69–73 % від загального споживання вологи. Брак вологи у цей період, особливо у поєднанні з повітряною посухою, спричиняє в'янення рослин, передчасне підсихання листя, зниження активності фотосинтезу, порушення процесів запліднення і формування зерна, а отже, зниження урожаю. У дослідях при в'яненні рослин протягом 1–2 діб урожай знижувався на 22 %, протягом 6–8 діб — на 50 %. Оптимально, якщо в цей 30-денний період випадає 100–125 мм опадів за температури +22...23 °С. При температурі понад +24 °С рослини кукурудзи випаровують води більше, ніж поглинають, що негативно впливає на урожайність.

Цвітіння волоті починається з верхньої гілочки і поступово поширюється на нижні. У період цвітіння тичинкові нитки видовжуються, пиляки виходять за межі квітки, пилкові мішечки лускаються, пилок із них висипається і розноситься вітром. Пилок кукурудзи містить близько 60 % води і при підсиханні швидко втрачає життєздатність. Навіть за найсприятливіших з погляду вологи і тепла умов він уже за 1,5 доби стає майже повністю непридатним для запліднення. За менш сприятливих умов життєздатність пилка зберігається 6–10 годин, а при температурі понад +35 °С та вологості нижче 30 % втрачається за годину. Зазвичай волоть зацвітає на 2–3 дні раніше за жіноче суцвіття (качан).

Розвиток жіночих квіток на одній і тій самій рослині відстає від чоловічих, що забезпечує перехресне запилення. При цвітінні качана стовпчики виходять з обгортки назовні у вигляді соковитих шовковистих ниток. Їхні приймочки на цей час уже готові прийняти пилок і за сприятливих умов зберігають цю здатність протягом 1,5–2 тижнів.

Період між цвітінням волотей і появою ниток качана у нормі не повинен перевищувати 2–5 діб. Це забезпечує оптимальне запліднення і є дуже важливою умовою формування продуктивності кукурудзи. Тривалість цього періоду залежить як від погодних умов, так і від рівня агротехніки. За умов посухи, при температурі понад +30 °С, порушуються процеси запліднення: до 7 і більше діб збільшується часовий проміжок між цвітінням волотей і качанів, зневоднюється і втрачає життєздатність пилок, передчасно всихають нитки качанів, що стає причиною череззерниці та зниження урожаю. Нерівномірність посіву за розвитком рослин також знижує ефективність запилення.

Найсприятливіша для запилення тепла, волога, з легким вітром погода. Під час дощу пилок змивається, у спекотну й суху погоду швидко втрачає життєздатність. Запліднення починається з моменту потрапляння пилку на приймочки чи волоски ниток, за умов теплої сухої погоди вже через годину пилок починає проростати, а через 20–30 годин досягає зав'язі. Нитки після

цього всихають і відмирають. За етапами органогенезу цей період характеризується формуванням зародка і зернівки, початком молочної стиглості. Залежно від умов вегетації складається певна озерненість качанів.

Далі настає період наливу і досягання зерна. Проходження його визначається генотиповими особливостями гібрида та умовами вегетації, хоча слід зазначити, що тривалість другого періоду вегетації кукурудзи (від цвітіння до повної стиглості) набагато менше залежить від погодних умов, ніж тривалість першого періоду (від сходів до цвітіння волоті). У період формування, наливу і дозрівання зерна кукурудза потребує менше вологи. До того ж вона досить добре використовує опади у другій половині літа, коли для багатьох інших культур вони вже не мають сенсу. Проте брак вологи у фазі молочної стиглості призводить до передчасного припинення наливу: верхівки качанів або залишаються неззерненими, або на них формується дрібне зерно. Оптимально вимоги рослин у цей період забезпечуються за 70–80 % вологомісткості шару ґрунту, у якому розміщуються корені. Оптимум температури у фазах молочної — повної стиглості кукурудзи становить +22...20 °С. Низька температура близько +1...3 °С у фазах дозрівання спричиняє пошкодження і часткову загибель рослин.

Молочна стиглість досягається найраніше через 20–25 діб після запилення (у скоростиглих гібридів) і характеризується вмістом у зерні «молочної рідини» та пожовтінням нижнього листа. У цій фазі триває процес накопичення поживних речовин у зернівках, що визначає надалі їхню масу. Вміст води в насінні у період молочної стиглості становить 25–55 %. У цей період кукурудза досягає найбільшого приросту зеленої маси, однак вміст сухих речовин у зерні на цей час становить тільки 3/4 від майбутнього урожаю.

Збільшення сухої ваги зерна кукурудзи триває до ранньої воскової стиглості, яка настає через 35 діб після запліднення. Вміст зернівок набирає консистенції м'якого сиру, вміст води — 35–40 %. Рослини швидко

жовтіють. Схожість насіння на цей час досить висока, але швидко втрачається.

У період пізньої воскової стиглості (найчастіше через 40 діб після запилення) вміст зернівки вже твердий, але ще ріжеться, як віск. Надходження пластичних речовин у зернівку припиняється, вміст вологи у зерні знижується до 17–25 %. Вважається, що на цей час закінчується налив і починається фаза дозрівання, під час якої поживні речовини переходять у запасні. У кінці воскової — на початку повної стиглості насіння досягає максимуму сухої маси. Вся рослина жовта. Схожість насіння після підсушування стає нормальною.

При повній стиглості зерно стає твердим, набирає характерної для нього форми і забарвлення. У найбільш скоростиглих гібридів залежно від рівня літніх температур повна стиглість настає за 50–55 діб.

Весь арсенал засобів інтенсифікації вирощування кукурудзи спрямований на максимальну реалізацію генетичного потенціалу сучасних гібридів культури. Удобрення, засоби захисту, системи обробітку ґрунту, зрошення – це лише інструментарій у вмілих руках агронома.

Адаптація складових до чинників зовнішнього середовища та біологічних вимог культури потребують глибоких фундаментальних знань сутності фізіологічних процесів і процесів формування елементів продуктивності рослин(16)/

На відміну від більшості культур, де підвищення врожайності або її стабілізація ймовірна за рахунок компенсаційних можливостей рослин (збільшення кількості зерен у колоску, збільшення коефіцієнта продуктивного кущення – зернові колосові; збільшення кількості бобів та насінин в бобах – зернові бобові; збільшення кількості гілок 2-го по рядку та стручків – олійні капустиані) кукурудза має менш динамічні можливості. Адже і число рядів зерен у качані і їх кількість в ряду детерміновані генетичними системами та мають чіткі кількісні обмеження. Навіть за умови повного запилення всіх квіток у качані та досягнення максимальних для

гібрида кількісних показників (число рядів та зерен в ряду) потенціал продуктивності рослин визначатиметься масою зерна з качана. Як приклад, качани з різних дослідних ділянок відрізнялись за кількістю зерен не більше як на 35% , натомість урожайність змінювалась у діапазоні до 27%, що є свідченням домінуючої ролі в урожайності показника маси зерна з качана. Без сумніву, різний рівень удобрення та ґрунтово -кліматичні умови стали головним корегуючим чинником, але кількісні параметри качанів відрізнялись не суттєво.

За висловлюваннями Ф. Куперман:

«Спостереження за процесами формування конусів наростання... дозволили встановити, що рослина кукурудзи проходить через ряд етапів органогенезу. При цьому встановлено, перше – що для проходження кожного етапу необхідний певний комплекс умов і, друге, що на кожному із етапів органогенезу формуються різні органи, які визначають продуктивність рослин».(21)/

Саме розуміння процесів формування генеративних органів вимагає не лише знань біології культури, а й чіткого розуміння послідовності проходження якісних змін у рослинному організмі, які поряд із ростовими процесами скеровані на формування продуктивної складової врожаю.

Сприяння або мінімальне втручання в рослинний організм під час проходження етапів органогенезу мінімізує ризики прояву аномальних відхилень та зниження продуктивності агроценозу загалом. Унікальність кукурудзи – це не лише роздільностатевість та філогенетична подібність обох суцвіть (волоті і качана), а й зміщений цикл проходження ними етапів органогенезу (табл.4.1. 1).

Таблиця 1. Етапи органогенезу волоті та качана

Фаза розвитку	Етап органогенезу		Характеристика етапу органогенезу	
	волоті	качана	волоті	качана
Сходи	1	–	Відсутність диференціації конуса росту	
3-й листок	2	–	Витягування конуса росту Утворення вузлів і міжвузлів зачатка стебла	
5-й листок	3,4	1	Розгортання зародкових листків. Сегментація конуса росту. Формування зачатка осі волоті	Формування листків і пагонів качанів
7-й листок	5	2,3	Сегментація колоскових лопатей волоті	Сегментація осі зачатка качана, закладка рядів зерен
9-й листок	6	4	Формування і диференціація квіток волоті. Початок формування пилку	Формування качана, закладка зерен в ряду
15-й листок	7	5	Ріст покривних тканин квіток колосків і квіток	Диференціація квіток качана, закладка тичинок і зав'язі
Поява волоті	8	6	Поява волоті	Формування зародкового мішечка
Цвітіння волоті	9	7	Цвітіння волоті	Посилений ріст стовпчиків зав'язі та стрижня качан
Цвітіння качана	-	8,9		Поява приймочок. Запліднення і формування зернівки
Молочна стиглість	-	10		Формування зародку, утворення ендосперму та перикарпію зерна
Воскова стиглість	-	11		Дозрівання зародку. Утворення абсцизного прошарку
Повна стиглість	-	12		Диференціація ендосперму. Утворення складних білків та вуглеводнів

З прив'язкою до видимих морфологічних змін, які прийнято називати фазами росту, етапи органогенезу (формування та розвиток генеративних органів) для обох суцвіть відбуваються по різному. Загалом за Ф. Куперман, волоть у розвитку проходить 9 етапів органогенезу (від появи сходів і до повного цвітіння), качан – 12 (від утворення 3-го листка і до фізіологічної стиглості). На будь якому етапі органогенезу можливий негативний вплив як біотичного, так і абіотичного фактору, які можуть порушити або сповільнити весь подальший процес формування генеративних органів. Особливо відчутним такий вплив може бути на ранніх стадіях розвитку рослин (до 11-го листка).

Розглянемо детальніше органоутворюючі процеси відповідно до проходження рослинами кукурудзи фаз росту і розвитку. Враховуючи, що головне продуктивне утворення на рослині кукурудзи – це качан, а значення волоті достатньо опосередковане (беручи до уваги, що одна волоть може продукувати до 20 млн. пилкових зерен), основні акценти робитимемо на жіночому суцвітті.

Фаза сходів відповідає 1-му етапу органогенезу волоті. На цьому етапі апікальна меристема не диференційована й істотного впливу на процеси органоутворення не відбувається. Можуть уповільнюватися лише ростові процеси під дією біотичних факторів (перезволоження, низькі температури, ущільнення ґрунту тощо). Фаза сходів – утворення 3-го листка відповідає 2-му етапу органогенезу волоті. Відбувається видовження осі росту стебла та закладка вузлів і міжвузлів. Формування волоті на цьому етапі ще не починається. Проте до моменту появи 3-го листка закладаються в яруси вузлової кореневої системи та за певних обставин ініціюється процес кущіння.

Надмірна концентрація легко розчинних нітратних форм азоту часто призводить до ініціювання утворення додаткових пагонів (пасинків) на рослинах кукурудзи. Це може спостерігатися при підвищених нормах внесення нітратних форм азоту у верхні шари ґрунту (під передпосівну культивуацію) або при зниженні температур нижче 6°C, коли надходження нітратних форм у рослину продовжується, а поглинання фосфору – обмежене.

Саме по собі кущіння за умови відсутності на верхівках рослин генеративного утворення (у вигляді качана) не виявляє впливу на загальну продуктивність рослин кукурудзи і навіть може використовуватися основним стеблом, як депо пластичних речовин та вологи. За умови формування на додаткових стеблах генеративного утворення також формується і власна коренева система тому, можлива конкуренція за вологу, світло та елементи живлення з головним стеблом. Фаза 3-го листка – утворення 5-го листка

відповідає 3-му та 4-му етапам органогенезу волоті та 1-му качана . Під час цього періоду повністю завершується формування вегетативних частин стебла і потім на верхівці пагона відбувається закладка осі волоті без сегментації на бічні гілочки. У пазухах листків закладаються бічні апікальні меристеми (майбутні качани) та формуються зачаткові листки обгортки качанів. Надзвичайно важливим у цей час є доступність для рослин сполук фосфору, азоту, цинку. Якщо з двома останніми зазвичай проблеми бувають доволі рідко, то присутність доступних форм фосфору в активній зоні недостатньо сформованої кореневої системи кукурудзи є вкрай необхідною, звідси висока ефективність застосування фосфорних добрив при сівбі. Також у цей період слід дотримуватись регламентів застосування гербіцидів, особливо з рістрегулюючим ефектом (дикамба, 2,4-Д).

Порушення регламентів їх застосування, використання неперевіраних композиційних сумішей, наявність у препаратах невідомих супутніх хімічних речовин, перебування рослин при цьому у стані біотичного стресу (високі або понижені температури, перезволоження ґрунту тощо) може призводити до «яловості» рослин (відсутність качанів) або формування додаткових пагонів з одного вузла

Фаза 5-го листка – утворення 7-го листка відповідає 5-му етапу органогенезу волоті та 2-му та 3-му етапам качана. Цей період характеризується сегментацією колоскових лопатей і диференціацією двох квіток у кожному колоску волоті та видовженням осі зачаткового стебла качанів, сегментації на вузли, міжвузля та конусу росту качана (закладаються ряди зерен). Наявність у цей час у ґрунті доступних елементів живлення є пріоритетним, але не менш важлива також достатня аерованість ґрунту. Як і на попередньому етапі необхідно дотримуватись регламентів застосування гербіцидів, оскільки можливе зниження рядності зерен. Зазвичай це може бути компенсовано збільшенням маси зерна, але качани одного і того самого гібрида з меншою кількістю рядів зерен мають вищу вологість зерна на момент дозрівання .

Фаза 7-го листка – утворення 9-го листка відповідає 6-му етапу органогенезу волоті та 4-му етапу качана. Саме тоді відбувається диференціація квіток волоті (рудиментується зав'язь і функціональними залишаються лише тичинки) і формуються пилкові зерна в пиляках, а в качані починається формування зачатків колосків і закладається кількість зерен в ряду. Особливістю цього етапу є істотний вплив на зниження загальної продуктивності рослин у разі значної конкуренції з боку бур'янів та залежність ступеня озерненості качанів від нерегламентованого застосування гербіцидів або підвищених температур

Важливими є оптимізація водного режиму ґрунту агротехнічними методами (при можливості- зрошення) та забезпечення повного мінерального живлення (при нестачі фосфору частина гілочок волоті та колосків качана можуть бути недорозвинутими). Також важливим є доступність N, K, S, Ca, Mg, Mn, Zn. Фаза 9-го листка – утворення 11-го і решти листків відповідає 7-му етапу онтогенезу волоті та 5-му – качана. У цей час відбувається ріст покривних тканин квіток колосків і квіток та інтенсивний ріст суцвіття волоті, у качані проходить формування та диференціація квіток (під кінець етапу). Особливістю цього періоду є визначення пріоритетності перерозподілу пластичних речовин у межах закладених качанів на рослині .

Фактично визначається кількість продуктивних качанів на рослині, а сигналом для цього є інтенсивність освітлення листків верхнього ярусу. Чим краща освітленість, тим вища ймовірність появи 2-х і більше качанів на рослині. Пріоритетним регулюючим фактором при цьому є густина стояння та рівномірність розташування рослин, які мають бути чітко встановлені на момент проведення посіву.

Поява волоті відповідає 8-му етапу органогенезу волоті та 6-му – качана. У цей час відбувається ріст тичинкових ниток у волоті та формування зародкових мішків качана та посилений ріст стовпчиків зав'язей качана. Особливістю періоду є інтенсивне споживання елементів живлення та вологи. Поліпшення умов живлення мікроелементами, які підвищують

фертильність (B), водоспоживання (Zn) та фотосинтетичну продуктивність (Mg, Mn), на цьому етапі створюють передумови ефективного цвітіння та запліднення. Елементи живлення можна «задепонувати», вносячи їх по 9-му і більше листку. Варто зауважити, що починаючи з цього етапу органогенезу практично відсутні ефективні методи подальшого регулювання продуктивності посіву (можливе підсилення фізіологічних процесів шляхом використання препаратів групи стробілурінів).

Цвітіння волоті відповідає останньому (9-му) етапу органогенезу волоті і 7-му етапу – качана. Відбувається цвітіння волоті та початок появи стовпчиків зав'язей («шовку»). Усі наступні етапи органогенезу качана (8-12-й) пов'язані із заплідненням та формуванням зернівки і їх проходження повністю залежить від кліматичних факторів, рівня забезпечення ґрунту елементами живлення та вологою.

Рослини кукурудзи характеризуються чітко вираженим протерандричним типом цвітіння. Тобто, цвітіння волоті у більшості гібридів та сортотипів кукурудзи розпочинається за звичайних умов на 26 днів раніше за цвітіння волоті.

Можливі подовження або скорочення розриву у часі між цвітінням обох суцвіть визначається генотипом рослин та кліматичними чинниками під час проходження етапів органогенезу волоті та качана. Тепла погода і подовження тривалості й інтенсивності освітлення призводить до збільшення розриву в часі початку цвітіння обох суцвіть до 8-10 днів і, навпаки, прохолодна погода та скорочення довжини світлового дня (тобто істотне зміщення строків сівби) зумовлюють більш ранню появу «шовку».

Таким чином, синхронізація знань ростових процесів та процесів органоутворення у рослин кукурудзи упереджують від прийняття технологічно невиважених рішень, дають нам ефективні важелі управління процесами формування продуктивності посівів та створюють оптимальні передумови розкриття генетичного потенціалу рослин. Тривалість етапів

органогенезу піддається значним коливанням в залежності від температурних умов.

4.2. Сівба та догляд за рослинами

Високі врожаї кукурудзи отримують на ґрунтах з нормальним водним режимом, високим вмістом поживних речовин, глибоких суглинках, на чорноземних і темно-каштанових ґрунтах. На лісових і піщаних ґрунтах для отримання високих врожаїв кукурудзи слід вносити підвищені норми мінеральних добрив. Не рекомендується вирощувати кукурудзу на ґрунтах з реакцією ґрунтового розчину РН нижче 5.0, та ґрунтах сильно засолених і схильних до заболочування. Найвищі врожаї кукурудзи після озимої пшениці, попередниками якої були чорний пар або багаторічні трави. У північно-західних степових районах, де більш сприятливі умови зволоження, пшениця забезпечує високий урожай після другої озимини в ланці з багаторічними травами, а також після цукрових буряків і гороху. На родючих ґрунтах при достатньому удобренні і високій культурі землеробства кукурудзу можна вирощувати повторно протягом 3 – 4 років, що застосовується у господарствах з високорозвиненим тваринництвом. У південному Степу не слід сіяти кукурудзу після культур, які сильно висушують ґрунт (суданська трава, соняшник, цукрові буряки). Кращими попередниками кукурудзи є озима пшениця, зернобобові культури, картопля, а в районах достатнього зволоження – цукрові буряки. У степових та лісостепових районах кукурудзу на силос вирощують також післяукісно і післяжнивню. Кукурудза у сівозміні є добрим попередником для ярих зернових культур, а при своєчасному збиранні – для озимих.

Ґрунт під кукурудзу на зелений корм обробляють так само, як і під інші ярі культури. Застосовують звичайний зяблевий обробіток ґрунту залежно від стану поля на глибину 22 – 24 до 27 – 30 см. Навесні проводять боронування з шлейфуванням і 2 – 3 суцільні культивації, у тому числі й передпосівну: першу — на глибину 10 – 12, наступну, включаючи і

передпосівну — 6 – 8 см з боронуванням. Після ранніх попередників (зернових, колосових, зернобобових) ґрунт слідом за збиранням обробляють широкозахватними дисковими боронами на глибину 6-8 см, а при забур'яненні багаторічними бур'янами (осотом, березкою та ін) перший раз дискують на глибину 6-8 см, а потім луцять лемішними луцильниками чи плоскорізами на 12-14 см. Після цього вносять добрива і проводять оранку на глибину 27-30 см. У Степу луценням стерні з наступним обробітком (оранкою на глибину 27-30 см) знищується до 80% бур'янів, зменшується кількість їх насіння в ґрунті до 50%. Це забезпечує приріст урожаю 0,33 т/га порівняно з приростом після оранки на таку саму глибину, але без луцення. Після пізніх попередників (кукурудзи, соняшнику, тютюну) старанно подрібнюють стеблові і кореневі рештки важкими дисковими боронами у двох напрямках, вносять добрива, а потім проводять оранку плугами з передплужниками на глибину 27-30 см плугами ПЯ-3-35, ПН-4-35. При достатнього зволоженні на забур'яненних полях ефективний напівпаровий обробіток ґрунту. Для затримання талої води і нагромадження вологи в ґрунті ефективно пізньоосіннє щілювання ґрунту, яке сприяє затриманню 400-600 м³/га води. Крім того, щілювання ґрунту зменшує водну ерозію ґрунту і має природоохоронне значення. За умов достатнього зволоження в другій половині вегетаційного періоду зяблевий, зокрема напівпаровий, обробіток ґрунту можна замінити сівбою післяжнивних сидеральних культур – гірчиці білої, гірчиці з вівсом, редьки олійної тощо. В жовтні зелену масу їх подрібнюють і заорюють на глибину 27-30 см. Сучасна технологія вирощування передбачає вирівнювання поверхні зябу. Краще це робити у два етапи – восени після другого луцення і навесні. Осіннє вирівнювання зябу проводити не слід. На ґрунтах, які зазнають вітрової ерозії, замість оранки треба застосовувати плоскорізний обробіток(29)/

Основним завданням передпосівного обробітку ґрунту є максимальне збереження вологи в ґрунті, очищення посівів від бур'янів, створення сприятливих умов для проростання насіння, одержання дружніх сходів.

Навесні в суху вітряну погоду втрата вологи з 1 га за добу може досягати 50-60 т/га і більше. Через це першим загальноприйнятим обов'язковим прийомом є ранньовесняне боронування і вирівнювання поверхні спілого ґрунту за допомогою волокуш-вирівнювачів, які рухаються по полю під кутом 45° до напрямку оранки. У разі необхідності цей прийом повторюють перпендикулярно до першого вирівнювання. Вирівнювання поверхні ґрунту дає змогу якісно провести передпосівний обробіток ґрунту і загорнути насіння на однакову глибину, одержати дружні сходи, а на зрошуваних площах рівномірно зволожити ґрунт. Під кукурудзу необхідно застосовувати дві різноглибинні культивації, що поліпшує фізичний стан ґрунту і провокує проростання бур'янів. Першу культивацію проводять якомога раніше на глибину 10-12 см, а на ґрунтах, які запливають-14-16 см. При цьому створюються сприятливі умови для проростання бур'янів, які знищують під час другої (передпосівної) культивації, яку проводять на глибину загортання насіння. При випаданні дощів між першою і другою культивацією доцільно проводити боронування. При низькій забур'яненості ґрунту для зменшення випаровування вологи провести лише боронування.

За даними науково-дослідних установ на площах з високою культурою землеробства харчові форми кукурудзи(цукрова,розлусна) можна вирощувати за безгербіцидною технологією. В загальній системі заходів, що забезпечують збільшення виробництва зерна кукурудзи,отримання силосної маси важливе місце належить захисту культури від бур'янів із застосуванням гербіцидів. Ця проблема актуальна для сільського господарства всіх природно-економічних регіонів України. Особливо важлива і складна вона в умовах степового регіону, яка відзначається великою різноманітністю та багаточисельністю різних видів бур'янів. Особливо гостро шкодочиність бур'янів зросла в нинішній час на фоні погіршення загального техніко-технологічного забезпечення сільськогосподарського виробництва. Кукурудза відноситься до розряду культур, врожайність і економіка виробництва яких цілковито залежить від

ефективної системи боротьби з бур'янами та її найважливішого елементу в технології вирощування – гербіцидів. Між тим в останні роки в технологічні регламенти вирощування кукурудзи включається значна кількість різноманітних видів гербіцидів, їх комбінацій, як вітчизняного, так і іноземного виробництва. Думки про ефективність їх застосування під кукурудзу різні, а інколи бувають і суперечливі. Головною причиною відсутності єдиної точки зору на роль гербіцидів виступає багатоваріантність типів забур'яненості та фітотоксичних властивостей препаратів, а також відсутність системного аналізу результатів довготривалих випробувань. Сьогодні вся зернова кукурудза в Україні вирощується за інтенсивною технологією. Як відомо, при цьому передбачається широке використання вискоелективних гербіцидів, їх диференційоване застосування залежно від типу і ступеня забур'яненості та властивостей ґрунту кожного поля. Внесення таких гербіцидів дає можливість утримувати посіви в чистому від бур'янів стані протягом усього вегетаційного періоду. Проте цей захід потребує додаткових затрат, які становлять 15-20% витрат, призначених для вирощування кукурудзи. Одним із шляхів, що ведуть до скорочення суми коштів при вирощуванні кукурудзи та зниження собівартості продукції є застосування механічних заходів догляду за рослинами. В системі механізованого догляду за посівами при вирощуванні кукурудзи та інших сільськогосподарських культур боронування являється важливим і доступним екологічно безпечним способом керування адаптивністю агроценозів. Воно знищує бур'яни, які інтенсивно використовують поживні речовини, зберігає вологу в ґрунті та сприяє підвищенню врожайності кукурудзи на 0,5-0,86 т/га. За умови високих цін на хімічні засоби захисту використання даного агрозаходу найбільш доцільно, до того ж вони не завжди екологічно безпечні. Ефект захисту посівів від бур'янів при боронуванні пояснюється біологічними законами розвитку агрофітоценозів. Боронування – спосіб не лише механічного знищення проростків бур'янів, але й оздоровлення середовища існування культурних рослин – потрібно

використовувати при необхідності рихлення ґрунту (аерацію) без пошкодження кореневої системи культурної рослини. При цьому у верхньому аерованому шарі проростання бур'янів зупиняється, виділення ними алелопатів знижується. Боронування посівів кукурудзи проводять декілька раз: перші обробки виконують через 3-4 дні після висіву і за 3-5 днів до появи сходів, коли бур'яни знаходяться в стадії нитковидних проростків. Боронування по сходах виконують в залежності від забур'яненості посіву в фазі розвитку 2-3 і 4-5 листків кукурудзи впродовж 1-2 днів і в такий час доби, коли рослини декілька підв'яли і менше пошкоджуються зубами борін. При довсходовому боронуванні рух агрегату виконують поперек напрямку посіву або під кутом до нього зі швидкістю 7-8 км/год, а при повсходовому боронуванні 3-5 км/год. За агротехнічними вимогами після проходу агрегату грудок ґрунту діаметром 2 см не повинно перевищувати 5%. Для боронування посіву кукурудзи рекомендують легкі борони. При догляді за посівами кукурудзи при використанні зубових борін рекомендується обладнати їх обмежувачами глибини ходу. Одним із способів знищення бур'янів у посівах кукурудзи є здійснення механічних заходів. Дана обставина змушує науковців і виробників удосконалювати механічні засоби знищення бур'янів. Застосування робочих органів ППР-4,2 зі спрямовуючими щілинами у процесі міжрядного обробітку підвищує протибур'янову ефективність порівняно з використанням традиційних робочих органів. Пристосування ППР-4,2 призначене для загортання гербіцидів, які вносяться стрічковим способом одночасно нарізанням щілин під час передпосівної культивуації, дає змогу проводити сівбу по спрямованих щілинах, розпушувати ґрунт і знищувати бур'яни в міжряддях. Цей пристрій включає робочі органи для внесення гербіцидів стрічковим способом, борознорізи й загортачі, прополювальні ротори й диски, широкозахватні плоскорізи.(33)/

При догляді за кукурудзою на зеленій корм категорично не рекомендується застосовувати гербіциди і пестициди. Згодовувати худобі

зелену масу, що містить їх, неприпустимо. Основний прийом догляду — боронування до і після появи сходів, а на широкорядних посівах — боронування, міжрядна культивация. Інтервал між боронуванням становить 3-4 дні залежно від періоду проростання бур'янів. Під час боронування треба полічити кількість рослин знищених бур'янів і в разі потреби повторити його. Якщо боронували не по діагоналі, а впоперек посіву, то боронують назустріч першому проходу. Звичайно при цьому знищують до 90 % бур'янів у фазі білої ниточки. За вдалого добору борін можна добитися практично повного знищення сходів бур'янів. Дуже важливо боронуванням знищити бур'яни, які проростають до і після появи сходів кукурудзи. До появи сходів найчастіше проростають двосім'ядольні – щиреця, лобода біла; у міру потепління (в середині або наприкінці травня залежно від кліматичних умов) з'являються основні вороги кукурудзи – мишій і куряче просо. Для знищення бур'янів на ранніх посівах, де насіння загортають на незначну глибину, після висівання слід використовувати легкі борони – гвоздівки або райборінки, посівні борінки і навіть середні борони, проте з обмежувачами глибини. Можна зробити кінці зубів тупими. Вони при цьому заглиблюються всього на 2 -2,5 см, однак добре знищують сходи і проростки бур'янів. При появі сходів кукурудзи можна використовувати і звичайні середні борони, але також обов'язково починати боронування у фазі проростання бур'янів. Кукурудзу на зелений корм слід боронувати 2 рази – до появи сходів і по сходах у фазі 2-3 листків. На широкорядних посівах боронування доповнюють двома міжрядними обробітками. Пізніше за достатнього удобрення загущений стеблостій кукурудзи повністю затінює ґрунт і пригнічує сходи бур'янів. Такий догляд найменш енергоємний, тому що при застосуванні гербіцидів сукупні енергетичні витрати набагато перевищують витрати на механізований догляд за посівами, не говорячи вже про несприятливий вплив такої обробітки на екологічні умови поля, якість корму і молочної продукції.

Норму висіву в останніх рядках кукурудзи збільшують з 6 до 9 зерен на 1 м рядка. В сумісних посівах з кукурудзою сою висівають по 20-25 насінин на 1 м рядка на глибину 3-4 см (удвічі дрібніше кукурудзи). Посів проводять кукурудзяними сівалками. У таких посівах рослини кукурудзи та сої не гнітять один одного. Гербіциди в таких посівах зазвичай не застосовують, хоча при необхідності можливо використовувати аценіт 50% к.е. – 4-6 л / га, ласо, 48% к.е. – 6,2 л / га – до посіву або до сходів, базагран, 48% в.р. і оксазон, 48% в.р. – По 2-4 л / га – по сходам кукурудзи та сої (3 листа). Щоб забезпечити передзбиральну густоту рослин, встановлюють страхові надбавки насіння. Вони можуть становити від 5-10% до 30-40% залежно від рівня технології, зокрема якості насіння, підготовки ґрунту, класу сівалки. Вагова норма висіву насіння становить 10-25 кг/га. Необхідно враховувати, що надмірне загущення посівів спричинить надмірну витрату вологи з ґрунту, підвищить конкуренцію рослин за світло, що призведе до слабшого наливання зерна, збільшення кількості дрібних качанів, запізнення зі строками збирання врожаю. Ранньостиглі гібриди можна сіяти густіше ніж пізні, оскільки вони формують менші рослини(6). Дуже важливе значення має не тільки оптимальна кількість рослин, а й рівномірне розміщення їх на площі. Зменшення ширини міжрядь понад 70 см при вирощуванні кукурудзи на зерно призводить до рівномірного стояння рослин, але негативно впливає на ріст качанів і особливо на формування зерна в них після цвітіння. Тому необхідно рівномірно, на однаковій відстані розміщувати насіння (рослини) в рядку. Для забезпечення рівномірного розміщення насіння в рядку потрібно сіяти зі швидкістю 4-7 км/год.

Норми добрив розраховують на запланований вихід сухої речовини з урахуванням родючості ґрунту. Рослини кукурудзи до фази утворення 10 – 11 листків мають однакову масу при густоті посівів як 50 – 60, так і 150 – 200 тис. рослин на 1 га. Отже, на її загущеному посіві на початку вегетації рівень мінерального живлення має бути вищим, ніж на зрідженому – на

зерно і силос. Завдяки загущенню посівів, за достатнього фону живлення вже у фазі 12 листків можна мати 400 – 500 ц/га зеленої маси кукурудзи(30)/

Збільшення густоти травостою, крім підвищення темпів наростання маси, супроводиться і збільшенням облистяності. Корелятивний зв'язок між цими показниками досить високий ($r = 0,810 \pm 0,599$, коефіцієнт детермінації $r^2 = 0,6565$). У межах 100-600 тис. рослин на 1 га цей зв'язок описується рівнянням $y = 608 + 23x$, де y - густина стеблостою, тис. рослин на 1 га, x - облистяність-, %.

Насіння кукурудзи до сівби найбільш якісно готують на насінневих заводах. Воно повинно мати високу схожість – 95%, і енергію проростання 90%, що особливо важливо для одержання дружних сходів, формування вирівняних посівів. Його висушують до вологості 13-14%, калібрують, протруюють препаратами фунгіцидної та інсектицидної дії. Раніше (50 - 60-ті роки ХХ ст.) у зеленому конвеєрі рекомендували 3-4 строки сівби кукурудзи. Проте в усі строки пропонували сіяти її після зяблевої оранки. Тому до сівби 3-4-го строків не використовувались значна кількість опадів і період вегетації. Щоправда, завдяки вмісту вологи і накопиченню поживних речовин у ґрунті в результаті перебування ділянки під паром до середини-кінця червня кукурудза росте інтенсивно і за масою врожаю не поступається перед посівами другого строку і навіть переважає їх . Однак вихід сухої речовини при цьому звичайно нижчий, ніж у 1-2-й строки. Замість 3-4-го строків сівби краще висівати кукурудзу післяукісно. Тоді врожайність зеленої маси менша, проте загальний вихід корму за 2 врожаї вищий, оскільки до сівби кукурудзи мають ще 250-300 ц/га і більше озимих проміжних і ранніх ярих кормосумішей. У степових районах, де післяукісні посіви часто неефективні, важливо вводити і третій строк сівби, щоб забезпечити надходження маси кукурудзи у вересні. У Лісостепу замість трьох весняних строків сівби кукурудзи після зябу можна обмежитися двома, однак для кожного із двох строків добрати 2-3 гібриди з різними періодами вегетації. Це дасть змогу мати зелену масу впродовж 65-70 днів.

Разом з тим кукурудзу можна висівати і в три весняних строки, застосовуючи дуже ранні строки сівби інкрустованим насінням з глибиною його загортання 3,5-4 см. Урожайність різних за тривалістю вегетаційного періоду гібридів і сортів кукурудзи в разі сівби на зелений корм у кілька строків і збиранні у період викидання волоті – цвітіння, ц/га. Використовують звичайний рядковий із міжряддями 15-18 см і широкорядний із міжряддями 45, рідше 60 см. Широкорядний спосіб застосовують найчастіше в Степу і південному Лісостепу, звичайний рядковий – за умови достатнього зволоження. Важливе значення для одержання дружних, вирівняних сходів має дотримання рівномірної глибини загортання насіння, що забезпечується ретельним вирівнюванням ґрунту і правильним регулюванням сівалки на задану глибину.

Необхідно розрізняти два терміни: кількість насінин для висіву на одиниці площі, кількість рослин перед збиранням на одиниці площі. Кількість насінин, що висіваються на одиницю площі, включає резерв на зменшення рослин під час сходів (різниця між лабораторною і польовою схожістю) і випадання впродовж вегетації. Норма висіву кукурудзи на зелений корм 60-100 або 30-35 кг / га насіння (300-500 або 150-170 тис. шт/га) за добре удобреному фону (гній, аміачна вода та ін) із застосуванням гербіцидів. Високобілковий повноцінний зелений корм отримують при рядовому посіві кукурудзи в суміші з бобовими культурами (соєю, горохом, викою ярої та озимої). Зелена маса кукурудзи бідна білком. Підвищити білковість силосу вдається шляхом спільного обробітку кукурудзи з бобовими компонентами, кращим з яких є високостеблові сорти сої. Є кілька способів таких посівів (в один рядок, що чергуються рядками або смугами та ін.) Хороші результати, наприклад, дає чергується посів двох рядків кукурудзи з рядком сої, де отримуємо високобілковий корм. Збирання врожаю найбільш оптимальне наприкінці молочно-воскової стиглості, коли вологість зеленої маси не перевищує 65-70%, а вміст сухої речовини – 25-30%

Таким чином, одним з важливих питань при вирощуванні кукурудзи є більш широке вивчення особливостей росту і розвитку рослин та формування їх продуктивності.

4.2.1. Вплив гідротермічних умов на продуктивність гібридів кукурудзи у зв'язку із строками сівби

Для формування високого врожаю сучасними інтенсивними гібридами кукурудзи в умовах центрального Лісостепу важливо, щоб гідротермічні ресурси регіону найбільшою мірою відповідали біологічним вимогам рослин до факторів життя, особливо вологи ґрунту та ефективних температур.

При нестачі вологи в період сівби-сходи посилюється витрата сухої речовини насінини на дихання, а на першому етапі органогенезу рослин кукурудзи порушується процес ділення клітин і можна очікувати значних втрат урожаю. Особливо обмежується ріст рослин і продуктивність кукурудзи при нестачі вологи після утворення шостого глиста, оскільки в цей період закладаються зачатки піхв листків і бокових : пагонів, з яких на наступних етапах утворюються качани. Значною мірою впливають опади на ріст і розвиток рослин кукурудзи в період цвітіння – запліднення. Не тільки зволоженість ґрунту в результаті опадів у критичний період розвитку кукурудзи є основною умовою одержання її високого врожаю, а й максимальне збереження на той час у ґрунті запасів вологи, створених осінньо-зимово-весняними і ранніми літніми опадами. Довгий час кукурудза може перебувати у стані зав'ядання, зберігаючи здатність після опадів відновлювати життєдіяльність, утворювати генеративні органи.

У науково-дослідних установах Англії підраховали, що для одержання урожаю кукурудзи з умістом сухої речовини 24 % потрібно 681 °С ефективних температур, а 30 % - 773°С . У Франції вважають, що для накопичення 30 % сухої речовини рослинам кукурудзи необхідна сума ефективних температур 575°С. Настання фази повних сходів кукурудзи забезпечує сума ефективних температур 80- 100°С. У період листоутворення кукурудзі необхідна сума ефективних температур, яка є пропорційною появи

кількості листків за цей період.

Наші дослідження свідчать про найбільшу сприятливість для продуктивності гібридів кукурудзи ранніх строків сівби за умов більшої кількості ефективних температур, продуктивної вологи до викидання волоті при коротшій тривалості цього періоду, порівняно з більш пізніми строками сівби (7 і 12.05). Це забезпечило більший збір сухої речовини (132-156 ц/га) (таблиці 4.1.1.1,4.1.1.3).

Виявлена суттєва кореляційна залежність між сумою ефективних температур і тривалістю вегетаційного періоду кукурудзи ($r = 0,546$), а також між сумою ефективних температур і збором сухої речовини ($r = 0,789$).

Залежність величини збору сухої речовини кукурудзи від суми ефективних температур у період листоутворення відсутня. Проявляється закономірність, яка свідчить про те, що рослинам кукурудзи важлива не стільки величина суми ефективних температур, а відрізок часу, за який вона накопичена (чим він коротший, тим більша продуктивність).

Дослідженнями доведено, що ранній строк сівби забезпечує більшу продуктивність ранньостиглого і середньораннього гібрида кукурудзи на 7-10 ц/га до періоду формування зерна. Це пов'язано з використанням більшої кількості продуктивної вологи орного шару ґрунту на 15-17 мм у період листоутворення і на 14-19 мм у генеративній стадії(табл.4.1.1.2). У фазі воскової стиглості зерна збір сухої речовини середньораннього гібрида, порівняно з ранньостиглим, більший на 4 ц/га, а середньораннього - на 14 ц/га(4.1.1.3). Пізній строк сівби кукурудзи (12.05) веде до більшої тривалості генеративної стадії росту і розвитку гібридів кукурудзи (30-40 днів) і в цілому вегетаційного періоду (96-114 днів), порівняно з раннім строком посіву (28.04) - відповідно 21-36 і 74-96 днів. Для досягнення оптимальної продуктивності гібридам кукурудзи потрібно накопичити значно більшу кількість ефективних температур (на 40-80°C).

Таким чином,ранні строки посіву кукурудзи (28.04 і 02.05) забезпечили і більшу продуктивність ранньостиглого і середньораннього гібридів і

(відповідно 134 і 151-149 ц/га сухої речовини) завдяки їх адапційному і потенціалу, кращому використанню продуктивної вологи орного шару ґрунту; короткому вегетаційному періоду - їх цвітіння та наливу зерна відбуваються до настання посушливого періоду. Більша висота сонцестояння в ранні календарні строки періоду листоутворення сприяє переважанню у світловому спектрі короткохвильових червоних променів (їх енергія у процесі фотосинтезу іонізує хлорофіл), які найінтенсивніше впливають на формування органічної речовини.

Більш пізні строки посіву кукурудзи (07.05 і 12.05) сприяли підвищенню продуктивності середньостиглого гібрида, що обумовлено його генетичною природою: подовженістю міжфазних періодів репродуктивної стадії, ремонтантністю.

Таблиця 4.1.1.1 Сума ефективних температур в основні міжфазні періоду росту і розвитку гібридів кукурудзи у зв'язку зі строками сівби, °С

Гібрид	Рік	Сходи – викидання волоті				Викидання волоті – молочна стиглість				Сходи – воскова стиглість			
		Строк сівби											
		28.04	02.05	07.05	12.05	28.04	02.05	07.05	12.05	28.04	02.05	07.05	12.05
Ранньостиглий	2014	296	311	338	376	214	229	251	317	672	705	726	748
	2015	273	327	246	330	246	260	298	330	663	692	703	725
	2016	291	300	329	362	215	219	224	305	634	656	649	677
	Середнє	287	313	338	356	225	236	258	317	656	684	693	717
Середньоранній	2014	320	342	387	364	233	213	238	266	687	729	750	761
	2015	305	338	396	402	250	274	311	328	669	713	726	733
	2016	310	344	354	376	221	246	283	304	676	720	713	740
	Середнє	312	341	379	381	235	244	277	299	677	721	730	745
Середньостиглий	2014	383	396	426	410	246	257	269	260	674	710	736	725
	2015	366	374	407	400	264	280	315	323	670	726	739	751
	2016	358	385	394	422	222	253	276	298	684	712	728	749
	Середнє	369	385	409	411	244	263	287	294	676	716	734	742

Таблиця 4.1.1.2 Використання продуктивної вологи гібридами кукурудзи різної скоростиглості, залежно від строків сівби

Гібрид	Рік	Запаси продуктивної вологи (мм) орного шару ґрунту							
		Сходи – викидання волоті				Викидання волоті – молочна стиглість			
		Строк сівби							
		28.04	02.05	07.05	12.05	28.04	02.05	07.05	12.05
Ранньостиглий	2014	74	65	57	52	48	66	59	35
	2015	63	58	50	47	74	62	55	42
	2016	56	52	45	41	33	28	22	29
	Середнє	64	58	51	47	52	52	45	35
Середньоранній	2014	67	60	74	43	48	30	28	21
	2015	60	53	53	58	52	46	45	40
	2016	49	41	37	30	43	37	26	20
	Середнє	59	51	55	44	48	38	33	27
Середньостиглий	2014	62	54	55	48	52	30	46	28
	2015	78	59	67	51	40	35	32	36
	2016	43	40	36	33	26	20	15	11
	Середнє	61	51	53	44	39	28	31	25

Таблиця 4.1.1. 3 Тривалість міжфазних періодів росту і розвитку гібридів кукурудзи у зв'язку зі строками сівби, дні

Гібрид	Рік	Сходи – викидання волоті				Викидання волоті – молочна стиглість				Сходи – воскова стиглість			
		Строк сівби											
		28.04	02.05	07.05	12.05	28.04	02.05	07.05	12.05	28.04	02.05	07.05	12.05
Ранньостиглий	2014	53	47	42	35	23	26	26	32	79	85	92	96
	2015	57	54	49	42	26	28	34	34	86	89	96	99
	2016	44	43	37	34	21	22	23	29	74	84	87	105
	Середнє	51	48	43	37	23	25	28	32	80	86	92	100
Середньоранній	2014	52	47	41	40	21	25	30	33	82	87	92	103
	2015	59	52	50	44	25	29	36	38	88	96	103	108
	2016	54	51	47	41	20	26	34	35	84	90	98	98
	Середнє	55	50	46	42	22	27	33	35	85	91	98	103
Середньостиглий	2014	57	53	49	42	25	30	36	33	89	95	99	109
	2015	62	59	57	51	36	39	42	40	96	105	111	114
	2016	58	55	46	46	29	32	40	37	94	97	104	113
	Середнє	59	56	51	46	30	34	39	37	93	99	105	112

Таблиця 4.1.1.4 Продуктивність гібридів кукурудзи, залежно від строків сівби, ц/га сухої речовини

Гібрид	Рік	Сходи – викидання волоті				Викидання волоті – молочна стиглість				Сходи – воскова стиглість			
		Строк сівби											
		28.04	02.05	07.05	12.05	28.04	02.05	07.05	12.05	28.04	02.05	07.05	12.05
Ранньостиглий	2014	37	35	30	28	71	68	65	61	139	132	126	131
	2015	29	29	27	29	64	65	62	60	124	128	120	124
	2016	36	34	38	34	83	79	88	87	138	135	130	126
	Середнє	34	31	32	30	73	71	72	69	134	134	125	127
Середньоранній	2014	33	30	26	22	75	79	73	76	156	153	148	141
	2015	23	25	22	20	71	64	68	66	146	144	139	136
	2016	33	31	34	37	81	85	79	81	151	149	144	146
	Середнє	30	29	27	26	76	76	73	74	151	149	143	141
Середньостиглий	2014	27	29	23	26	68	72	75	77	147	150	154	158
	2015	28	23	20	24	70	74	71	73	144	142	145	147
	2016	32	30	31	28	72	78	80	82	140	146	151	149
	Середнє	29	27	25	26	70	75	75	77	144	146	150	151

4.2.2.Просторове та кількісне розміщення рослин на площі

Особливості індивідуального розвитку рослин кукурудзи визначаються генотипом, нормою реакції та ступенем їх реалізації у фенотипі і в значній мірі залежать від умов середовища, зокрема водозабезпечення впродовж вегетації [13].

Адаптивність гібридів кукурудзи до діючого чинника можна оцінювати за анатомо-морфологічними перебудовами на різних рівнях організації впродовж онтогенезу [10].

Коренева система кукурудзи поглинає воду в 3-6 раз швидше, чим коренева система ячменю, вівса, пшениці, ознак споживає її економно, особливо в перший період росту[34].

Від строків утворення, параметрів розповсюдження кореневої системи кукурудзи залежить величина прикореневого шару ґрунту, а відповідно і поглинальна здатність рослин, яка впливає на їх продуктивність [32].

Ущільнення важких ґрунтів, вище $1,35 \text{ г/см}^3$, є суттєво механічною перепорою для розвитку коренів і їх основна маса зосереджується в поверхневому шарі ґрунту –0-20 см(6).

Ефективним технологічним прийомом в системі догляду за посівами кукурудзи на сірих лісових ґрунтах для забезпечення росту коренів кукурудзи в глибину в перші два тижні вегетації є неодноразове рихлення міжрядь [15].

Для активного росту коренів кукурудзи в глибину в критичний період (фаза 3-4 листа) подолання лише механічного бар'єру недостатньо, необхідним є забезпечення оптимального живлення рослин мінеральними добривами [18,26]. На початку автотрофного живлення рослини обумовлює інтенсивний синтез нуклепротейдів, що являється основою в забезпеченні високої продуктивності кукурудзи, яка також залежить від таких регульованих чинників як густина рослин та біотип гібрида кукурудзи [22,10].

Досліджена морфологічна будова і характер розповсюдження кореневої системи різностиглих гібридів кукурудзи в залежності від густоти рослин і мінеральних добрив.(25).

Дослідження проводились в 20013-20015рр. на дослідній ділянці Уладово-Люлінецької селекційно-дослідної станції. Ґрунт – сірий, лісовий, опідзолений, із вмістом гумусу 2,1-2,4 (за Тюриним), легкогідролізованого азоту 7-9 мг на 100 г ґрунту. Гідролітична кислотність 3,3-3,5 сума вбирних основ 14,6 –14.8 мг –екв. на 100 г ґрунту, рН сольової витяжки 5,2 –5,3. Агротехніка у дослідях - загальноприйнята в зоні. Площа облікової ділянки – 50 м². Повторність у дослідях-чотириразова. Висівались гібриди кукурудзи: ранньостиглий Мотрич 178 СВ, і середньостиглий Збруч. з густотою рослин 60-80 тис/га. В схему досліду включали варіант по вивченню впливу на гібриди кукурудзи рівня мінерального живлення в нормі N₁₂₀P₉₀K₁₈₀і контроль. Особливості будови і розміщення кореневої системи гібридів кукурудзи вивчали в спеціально виготовлених для цього ящиках розміром 35 x 70 x 250 см, які заповнювали ґрунтом профілю (по методу Н.З. Станкова, 1994), [15].

Дослідження показали що при утворенні 4-5 листка у кукурудзи сумарна довжина зародкових коренів була практично однакова і не залежала від прийомів вирощування. Середня глибина проникнення коренів при збільшенні густоти сівби з 60 до 80 тис./ га збільшувалась на всіх рівнях мінерального живлення: ранньостиглого гібриду кукурудзи на 9 см, а середньостиглого – на 2-3 см. (табл.4.2.2.1).Сумарна довжина вузлових коренів кукурудзи із збільшенням густоти рослин мала тенденцію до зменшення.

Глибина проникнення вузлових коренів в фазі 4-5 і 7-8 листків була приблизно однакова: на відстані від рослини 10см – в межах 7-9 см; на відстані від рослини 25 см –15 –18 см; на відстані від рослини 35 см –18 - 20 см.

Густота рослин, застосування мінеральних добрив і тривалість вегетаційного періоду гібридів кукурудзи впливає на збільшення маси коренів.(табл.4.2.2.2)

Таблиця 4.2.2.1- Будова і розповсюдження кореневої системи кукурудзи в залежності від мінеральних добрив і густоти рослин (середнє за 2013-2015рр.)

Норма добрив	Густота рослин, тис. /га	Зародкові корені		Вузлові корені			
		сумарна довжина см	середня глибина, см	сумарна довжина, см	мінімальна глибина залягання на відстані від рослин, см		
					10	25	35
Фаза 4-5 листків							
Ранньостиглий гібрид Мотрич 178 СВ							
Без добрив	60	86,8	26,4	83,5	7,4	15,7	19,6
	80	82,9	35,6	80,7	7,8	15,1	18,1
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	60	83,4	28,9	90,6	8,3	16,6	19,9
	80	85,6	37,8	91,2	8,0	15,9	19,3
Середньостиглий гібрид Збруч							
Без добрив	60	93,1	31,6	90,1	7,9	15,4	20,4
	80	97,4	33,1	84,6	8,1	15,7	20,9
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	60	101,0	36,2	93,0	9,3	16,6	21,4
	80	103,1	39,3	89,2	9,6	17,8	21,8
НІР ₀₅		10,3					
Фаза 7-8 листків							
Ранньостиглий гібрид Мотрич 178 СВ							
Без добрив	60	229,2	49,7	321	7,9	17,3	19,3
	80	223,6	51,4	315	7,6	17,0	20,4

N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	60	270,3	53,2	389	9,0	14,9	18,6
	80	273,8	55,6	356	9,7	15,6	18,0
Середньостиглий гібрид Збруч							
Без добрив	60	240,4	51,7	396	7,2	18,3	20,4
	80	225,1	52,4	352	8,0	18,9	19,6
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	60	268,7	53,8	428	9,2	16,5	19,2
	80	259,3	54,1	421	9,9	17,0	18,5
НІР ₀₅		12,6	2,9	26,7	0,6	0,9	1,0

У ранньостиглого гібриду кукурудзи при густоті рослин 60 тис./ га на ділянках без добрив маса коренів в шарі ґрунту 0-60 см складала 20,74 ц/ га, на 9,55 ц /га менше, чим при густоті рослин 80 тис./ га. На удобрених ділянках цей показник був відповідно 25,27 і 34,92 ц/ га.

У середньостиглого гібрида кукурудзи при збільшенні густоти рослин на ділянках без добрив і при їх внесенні маса коренів збільшувалась значно менше – відповідно на 2,44 і 0,71 ц/ га.

В дослідженнях відмічено суттєве зменшення маси коренів при зниженні по профілю ґрунту. В шарі ґрунту 0-10 см на ділянках без добрив і густоті рослин 60 тис./ га містилось 8,94 ц/ га коренів ранньостиглого гібриду кукурудзи, що значно більше чим в послідуєчих шарах ґрунту (20-40 і 40-60 см). Аналогічні дані отримані на всіх ділянках які досліджуються.

Найкращі показники елементів структури врожаю гібридів кукурудзи (довжина качана та вага зерна з 1 качана) були отримані при густоті рослин 60 тис./ га і внесенні мінеральних добрив.(4.2.2.3).

Дослідженнями встановлена кореляційна залежність між урожайністю зерна і масою коренів рослин гібридів кукурудзи $r = 0,83$.

Таким чином, найбільша маса коренів гібридів кукурудзи (92,6 –95,7% від загальної їх маси) розміщена в шарі ґрунту 0-40 см.

При підвищенні густоти рослин ранньостиглого гібриду кукурудзи з 60 до 80 тис. /га на ділянках без добрив і при їх внесенні маса коренів в шарі ґрунту 0-60 см збільшувалась на 9,55 – 9,65 ц/ га. У середньостиглого гібриду кукурудзи при аналогічних умовах маса коренів збільшувалась значно менше – на 0,71-2,44 ц/ га. Максимальний урожай зерна ранньостиглого і середньостиглого гібридів кукурудзи 48,7 і 51,9 ц/ га відповідно) забезпечує внесення мінеральних добрив в нормі $N_{120}P_{90}K_{180}$ і густота рослин 80 тис./ га $НСР_{005}$ для фактора А=1.8 ц/ га, для фактора В=2,4 ц/ га

Таблиця 4.2.2.2-Вплив мінеральних добрив і густоти рослин на розповсюдження кореневої системи кукурудзи по ґрунтовому горизонту (середнє за 2013-2015 рр.)

Шар ґрунту, см	Ранньостиглий гібрид				Середньостиглий гібрид			
	Без добрив		$N_{120}P_{90}K_{180}$		Без добрив		$N_{120}P_{90}K_{180}$	
	Маса коренів, ц/га	% до загальної маси	Маса коренів, ц/га	% до загальної маси	Маса коренів, ц/га	% до загальної маси	Маса коренів, ц/га	% до загальної маси
Густота рослин 60 тис./ га								
0-10	8,94	43,1	10,07	39,9	8,96	37,9	11,10	38,7
10-20	6,11	29,5	8,14	32,2	8,43	35,7	9,66	33,7
20-40	4,80	23,1	5,35	21,2	5,04	21,3	6,03	21,0
40-60	0,89	4,3	1,71	6,7	1,20	5,1	1,92	6,68
0-60	20,74	100	25,27	100	23,63	100	26,71	100
Густота рослин 80 тис./ га								
0-10	11,03	36,4	12,13	34,7	10,15	38,9	10,87	37,0
10-20	9,27	30,6	10,40	29,8	7,80	29,9	8,89	30,2

20-40	6,84	22,6	7,18	20,6	6,02	23,1	7,36	25,0
40-60	3,15	10,4	5,21	14,9	2,10	8,1	2,30	7,8
0-60	30,29	100	34,92	100	26,07	100	29,42	100
НІР ₀₅	1,02		1,13		1,07		1,19	

Таблиця 4.2.2.3- Урожайність зерна і структура урожаю різностиглих гібридів кукурудзи в залежності від густоти рослин, мінеральних добрив і маси коренів (середнє за 2013-2015рр.)

Гібрид	Норми добрив (В)	Густота рослин тис./ га (А)	Маса коренів, ц/ га	Довжина качана, см	Маса зерна з 1 качана, г	Урожайність зерна, ц/ га
Ранньостиглий	без добрив	60	20,74	21,2	90	33,9
		80	30,29	20,9	82	34,6
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈ 0	60	25,27	22,3	99	46,1
		80	34,92	21,7	88	48,7
Середньостиглий	без добрив	60	23,63	23,0	96	39,2
		80	26,07	19,5	91	40,7
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈ 0	60	26,71	25,9	104	50,1
		80	29,42	22,7	100	51,9

Таким чином, для створення високопродуктивних рослин необхідно вийти на параметри оптичної і біологічної їх щільності в посіві, що залежить від польової схожості, густоти рослин, забезпечення елементами живлення в необхідній кількості та співвідношенні.

4.3 Фотосинтетична продуктивність гібридів кукурудзи

Фізіологічною основою формування продуктивності гібридів кукурудзи є фотосинтез. Кукурудза має розвинений фотосинтетичний апарат, за допомогою якого здійснює накопичення органічної речовини із неорганічної.[12]

Рослини кукурудзи в онтогенезі функціонує як складна система, де забезпечується баланс між пагонами і коренями у використанні води, елементів живлення та обміном поживних речовин між ними. Дані споживаючі органи можуть регулювати фотосинтез листків кукурудзи [8].

Феномен оптимізації фотосинтезу за різних інтенсивностей світла пов'язаний не лише з відмінностями у генотипах рослин, адаптованих до різноманітних умов зростання. Відомо, що листки будь-якого генотипу адаптуються до тієї інтенсивності світла, за якої вони розвиваються. Модифікації, індуковані умовами навколишнього середовища, подібні до тих що відрізняють суто тіньові рослини від світлолюбних.

Показником інтенсивності використання сонячної енергії є коефіцієнт корисної дії (ККД).

ККД – це відношення кількості енергії, яка запасасться в продуктах фотосинтезу або фітомасі врожаю, до кількості використаної сонячної радіації. Для різних рослин за різних умов вирощування цей коефіцієнт становить в середньому: для кукурудзи 2,5...5,7, озимої пшениці 1,1...6,3, рису 2,5...4,4.

У середньому листки поглинають до 85 % енергії фотосинтетичного активних променів (400...700 нм) і до 25% - інфрачервоних променів, що становить близько 55 % енергії загальної радіації. В той самий час на фотосинтез використовується лише 1,5...2% ФАР.

Фотосинтетична продуктивність рослин залежить від величини асиміляційної поверхні, інтенсивності фотосинтезу, добового приросту

біомаси. Вміст пігментів в листках кукурудзи значною мірою залежить від фази росту і розвитку, особливостей мінерального живлення(31).

Визначення хлорофілу і каротиноїдів у листках кукурудзи показало що максимальна їх кількість містилась у листках фази викидання волоті (табл. 4.3.2).

Вміст хлорофілу (а) і хлорофілу (в) – 4,07 і 2,01 мг/дм², що більше на 0,54 і 0,27 мг/дм² порівняно з фазою формування зерна.

У процесі росту і розвитку рослин кукурудзи проходить зменшення кількості хлорофілу в листках, що свідчить про перевагу темпів розпаду над процесами синтезу зелених пігментів. Це особливо проявляється в рослин кукурудзи на ділянках без добрив.

Важливим показником продуктивності асиміляційної поверхні листків є також і співвідношення пігментів, яке вище на ділянках без добрив. Загальний вміст пігментів асиміляційної поверхні рослин кукурудзи більш високий на ділянках з внесенням мінеральних добрив, що забезпечує високі потенційні можливості культури. Тобто посилення режиму мінерального живлення рослин кукурудзи сприяє активізації фотосинтетичних процесів, що в подальшому позитивно впливає на формування її продуктивності.

При оцінці продуктивності рослин кукурудзи використовували показники площі листкової поверхні в основні фази росту та розвитку. З утворенням 6-8 і 10-12 листків рослин кукурудзи їх площа складала відповідно 9,1-13,3 і 20,2-24,1 тис. м²/га, а у фазі викидання волоті площа литкової поверхні була значно більшою – 32,4-41,9 тис. м²/га (табл.4.3.3) Максимальне наростання листкової поверхні відмічено у фазі формування зерна кукурудзи при внесенні 40 т/га гною N₁₈₀ P₉₀K₂₀₀+ сидерат – 53,1 тис. м²/га, а на ділянках без добрив 37,8 тис. м²/га. В подальшому (фаза молочної стиглості), площа листкової поверхні кукурудзи поступово зменшується, а нагромадження сухої речовини зростає.

Таблиця 4.3.1 Суми ефективних температур ($> 10^0$), необхідних для проходження окремих етапів органогенезу кукурудзи в залежності від скоростиглості сорту або гібриду.

Характеристика скоростиглості сортів	Етапи органогенезу						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Пізньостиглі	100-20	30-40	90-100	80-100	60-80	100-130	60-90
Середньо пізньостиглі	80-100	30-40	80-90	80-90	60-70	90-120	50-80
Середньостиглі	60-80	20-30	70-80	70-80	60-70	80-100	40-70
Середньо ранньостиглі	50-70	10-30	60-70	60-80	50-70	70-80	40-60
Ранньостиглі	40-60	10-20	60-70	60-70	50-60	60-70	40-60

Таблиця 4.3.2 Динаміка вмісту пігментів в листках кукурудзи, мг/дм²

Норми добрив	Фази росту і розвитку рослин					
	Хлорофіл				Сума каротиноїдів	а+вкаротиноїди
	а	в	а/в	а+в		
Викидання волоті						
Без добрив	3,94	1,78	2,21	5,72	2,26	2,53
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀	4,07	2,10	1,94	6,17	2,03	3,04
Цвітіння качана						
Без добрив	3,71	1,73	2,15	5,44	2,37	2,30
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀	3,82	1,89	1,93	5,80	2,14	2,71
Формування зерна						
Без добрив	3,42	1,60	2,14	5,02	2,49	2,02
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀	3,53	1,83	1,93	5,36	2,22	2,41

Дуже важливим чинником для ефективного використання сонячної енергії є тривалість активної роботи листків. Тому характеристику

фотосинтетичної продуктивності кукурудзи за період вегетації проводять із використанням показника фотосинтетичного потенціалу (ФП), який характеризує сумарну площу асиміляційної поверхні листків у посіві за період вегетації рослин, відображає та підсумовує особливості темпів його росту і розвитку. Фотосинтетичний потенціал характеризує реальні можливості посіву в синтезі органічної речовини.

В наших дослідженнях фотосинтетичний потенціал збільшується впродовж вегетаційного періоду, причому найбільші його показники були в кукурудзи при внесенні 40 т/га гною N₁₈₀ P₉₀K₂₀₀+ сидерат, які до кінця вегетаційного періоду склали 3,92 млн. м²дн/га. При внесенні лише сидерату – 3,36 млн. м²дн/га. (табл.4.3.4)

Таблиця 4.3.3 Динаміка наростання листкової поверхні кукурудзи в залежності від норм добрив, тис. м²/га

Норми добрив	Фази росту і розвитку					
	6-8 лист- ків	1 0-12 лист- ків	Викида ння волоті	Формува ння зерна	Молочн а стиглість	Молочно -воскова стиглість
Без добрив	9,1	20,2	32,4	37,8	37,1	36,8
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀	12,0	23,0	35,3	46,3	45,2	39,6
40 т/га гною	10,8	21,9	34,8	47,4	43,8	40,4
сидерат	10,4	21,3	32,7	43,2	42,0	39,3
40 т/га гною N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀	12,7	24,1	40,0	50,4	47,9	43,1
40 т/га гною+ сидерат	11,3	22,3	37,3	46,8	47,7	44,9
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀ +сидерат	11,7	23,1	38,2	46,4	44,1	39,8

40 т/га гною N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀ + сидерат	13,3	23,7	41,9	53,1	52,3	47,4
40 т/га гною N ₉₀ P ₄₅ K ₁₀₀ + сидерат	11,8	22,4	38,5	48,1	47,0	42,9
20т/га + N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀ +сидерат	12,0	23,1	39,7	49,1	46,5	41,1
20т/га + N ₉₀ P ₄₅ K ₁₀₀ +сидерат	11,6	22,3	38,5	46,3	44,9	39,8

Таблиця 4. 3.4 Фотосинтетичний потенціал посів у кукуруди в залежності від норм добрив, млн.. м²дн./га

Норми добрив	Фази росту і розвитку			
	Повні сходи – 6-8 листків	6-8 листків – викиданняволо ті	Викиданняволо ті – цвітіннякачана	Цвітіннякачана – молочнастиглість
Без добрив	0,157	1,84	2,33	3,20
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀	0,161	1,92	2,45	3,57
40 т/га гною	0,159	1,88	2,39	3,51
сидерат	0,164	1,97	2,37	3,36
40 т/га гною N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀	0,178	2,19	2,72	3,84
40 т/га гною + сидерат	0,169	2,04	2,48	3,62
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀ + сидерат	0,173	2,10	2,56	3,74

40 т/га гною+ N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀ + сидерат	0,180	2,22	2,78	3,92
40т/га + N ₉₀ P ₄₅ K ₁₀₀ +сиде рат	0,174	2,12	2,60	3,80
20 т/га гною+ N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀ + сидерат	0,176	2,11	2,58	3,77
20т/га + N ₉₀ P ₄₅ K ₁₀₀ +сиде рат	0,171	2,07	2,54	3,70

Знаростанням листкової поверхні рослин кукурудзи підвищувався коефіцієнт використання фотосинтетично-активної радіації (ФАР), який на початку вегетації мав незначну величину (0,11-0,34%), а в кінці фази викидання волоті складав 0,47-0,97% (табл.4.3.5)

Таблиця 4.3.5 Коефіцієнт використання фотосинтетично-активної радіації, %

Норми добрив	Фази росту і розвитку		
	6-8 листків	Викидання волоті	Молочна стиглість
Без добрив	0,11	0,47	0,62
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀	0,16	0,56	0,84
40 т/га гною	0,17	0,59	0,80
сидерат	0,13	0,50	0,75
40 т/га гною N ₁₈₀	0,28	0,86	1,07

P ₉₀ K ₂₀₀			
40 т/га гною + сидерат	0,21	0,63	0,89
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀ + сидерат	0,23	0,72	0,97
40 т/га гною+ N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀ + сидерат	0,34	0,97	1,19
40т/га + N ₉₀ P ₄₅ K ₁₀₀ +сидерат	0,26	0,74	1,03
20 т/га гною+ N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀ + сидерат	0,20	0,71	0,99
20т/га + N ₉₀ P ₄₅ K ₁₀₀ +сидерат	0,24	0,60	0,83

Накопичення сухої речовини гібридами кукурудзи відповідає кількості енергії яка міститься в рослині. Тому, збільшення урожайності призводить до підвищення коефіцієнта використання ФАР посівами кукурудзи (табл. 4.3.6)

Таблиця 4.3.6 Збір сухої речовини кукурудзи та коефіцієнт використання ФАР залежно від норм добрив

Норми добрив	Збір сухої речовини, ц/га	Кількість енергії в урожаї (зв'язана енергія), МДж/га	Коефіцієнт використання ФАР, %
Без добрив	71,	143262	0,76
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀	109,2	191980	089
40 т/га гною	104,6	187610	0,87

сидерат	101,6	177630	0,81
40 т/га гною N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀	123,5	218350	1,19
40 т/га гною + сидерат	108,6	191720	1,14
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀ + сидерат	111,0	211940	1,15
40 т/га гною+ N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀ + сидерат	126,4	224650	1,33
40т/га + N ₉₀ P ₄₅ K ₁₀₀ +сидерат	114,3	213420	1,27
20 т/га гною+ N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀ + сидерат	118,7	215380	1,30

Значний вплив на коефіцієнт використання ФАР від дії добрив. Так за роки досліджень внесення 40 т/га гною N₁₈₀ P₉₀K₂₀₀ сприяло підвищення коефіцієнта використання ФАР на 0,17-0,45 %, порівняно з ділянками без добрив. Максимальна його величина відмічена при внесенні 40 т/га гною N₁₈₀ P₉₀K₂₀₀+ сидерат у фазі молочної стиглості – 1,19 %.

Для визначення величини на копичення сухої речовини одиницею листової поверхні використовують показник чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ), який встановлює кількість грамів сухої речовини утвореною одним квадратним метром площі асиміляційної поверхні за добу.

В наших дослідженнях, ЧПФ швидко зростає від початку появи сходів і досягає максимуму в період викидання волоті (в середньому складала 4,1 г/м² на добу). Також, площа асиміляційної поверхні починає досягати максимальної величини.

В період формування і наливу зерна показник ЧПФ зменшується до 3,3 г/м² на добу. Це пов'язано зі зменшенням площі асиміляційної поверхні рослин кукурудзи, але не тільки, також, погіршується спектральний склад світла (зменшується частка червоної частини спектра), поступово знижується тривалість світлового дня.

Променева енергія, як важливий енергетичний чинник, бере участь у формуванні органічної речовини і між величиною чистої продуктивності фотосинтезу та нагромадженням сухої речовини асиміляційними органами кукурудзи існує пряма залежність.

Починаючи з фази молочної стиглості кукурудзи, площа її листкової поверхні поступово зменшується, а нагромадження сухої речовини зростає.

Дослідженнями встановлено, що в період від формування зерна до молочної стиглості збір сухої речовини кукурудзи збільшився в середньому на 12-35 ц/га в порівнянні з періодом від викидання волоті до початку формування зерна (табл.4.3.7).

Серед прийомів вирощування вплив органічних і мінеральних добрив в нормі 40 т/га гною N₁₈₀ P₉₀K₂₀₀⁺ сидерат на нагромадження сухої речовини кукурудзи був найбільшим: в порівнянні з ділянками без добрив відмічено підвищення збору сухої речовини (при формуванні зерна на 22,1, а у восковій стиглості – 52,4 ц/га).

За рахунок сидерального добрива, порівняно з ділянками без внесення добрив, збір сухої речовини кукурудзи збільшився на 30,1 ц/га.

Внесення добрив сприяло активізації фотосинтетичних процесів, що в подальшому позитивно впливало на накопичення сухої речовини кукурудзи особливо в період від формування зерна до молочної стиглості. Максимальний збір сухої речовини (16,4 ц/га) забезпечило внесення по сидератах органічних (40 т/га гною) та мінеральних (N₁₈₀ P₉₀K₂₀₀) добрив

Таблиця 4.3.7. Динаміка нагромадження сухої речовини кукурудзи в залежності від норм добрив. ц/га

Норми добрив	Фази росту і розвитку					
	8-10 листків	Викидання волоті	Формування зерна	Молочна частинка	Молочно-воскова стиглість	воскова стиглість
Без добрив	15,7	23,7	31,6	43,2	57,8	71,1
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀	19,4	27,3	45,3	67,8	95,0	109,2
40 т/га гною	18,6	26,8	47,8	69,3	93,8	104,6
сидерат	17,8	24,7	44,1	67,0	90,6	101,0
40 т/га гною N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀	19,9	31,5	53,7	79,3	104,8	123,5
40 т/га гною + сидерат	18,3	27,6	47,2	73,1	95,1	108,6
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀ + сидерат	18,7	28,2	46,5	72,5	91,9	111,0
40 т/га гною + N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀ + сидерат	19,4	33,0	48,0	83,0	108,0	126,4
40 т/га + N ₉₀ P ₄₅ K ₁₀₀ + сидерат	18,9	32,3	46,3	75,2	99,2	114,3
20 т/га гною + N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀ + сидерат	19,3	33,5	46,9	77,4	101,2	118,7
20 т/га + N ₉₀ P ₄₅ K ₁₀₀ + сидерат	18,0	31,6	44,8	73,7	96,3	110,0

Таким чином, нагромадження сухої речовини рослин залежить від інтенсивності фотосинтезу, коефіцієнта його ефективності, розміру листової поверхні та тривалості вегетаційного періоду. Фотосинтез в продукційному процесі залежить від тривалості росту і розвитку та мінерального живлення рослин.

Розділ 5. Строки збирання та поживність кукурудзяного корму

Високий стеблостій кукурудзи слід збирати силосними комбайнами, а до 1,5 м заввишки (на післяюкісних і весняних загущених посівах) — роторними та іншими косарками-подрібнювачами. Ступінь подрібнення зеленої маси — не менш як 5 - 6 см. Надмірне подрібнення зеленої маси призводить до швидкого самозігрівання корму(11).

Зелена маса кукурудзи при оптимальному вмісті сухої речовини є органічною сировиною для заготівлі високоякісного силосу. Силос із кукурудзи першого класу повинен містити 25-35 % сухої речовини і 40-50 % качанів в зеленій масі. Ці показники можна одержати при силосуванні кукурудзи в період воскової стиглості зерна.

У міру дозрівання кукурудзи зростає поживність 100 кг силосу; у фазі викидання волоті – 15,7 к.од., при формуванні зерна – 16,1, у молочній стиглості – 20,9, молочно-восковій – 26,1 і восковій – 28,4.

Оптимальним строком збиранням кукурудзи на силос в Швеції і Німеччині вважається воскова стиглість. В Італії кукурудзу на силос збирають у фазі воскової стиглості за вмістом в цілій рослині 33-35 % сухої речовини, коли частка зерна складає 30-50 % загального збору сухої маси. У Франції силосування кукурудзи проводять за вмістом 30-35 % сухої речовини в зеленій масі і вологістю зерна 45-50%. В США збирання кукурудзи починають 15-20 вересня за вологості зерна не більше 35-40%, а цілої рослини – 65%. При збиранні кукурудзи на 5 днів раніше вказаного строку вихід перетравних поживних речовин знижувався на 5 %, на 10 днів – на 10%, на 15 днів – 20% .

Результати досліджень . встановлено, що після настання фази молочно-воскової стиглості врожайність зеленої маси кукурудзи не збільшується, але в період від молочно-воскової до повної стиглості відмічено інтенсивне накопичення поживних речовин. Збір сухої речовини

кукурудзи збільшився з 132 до 152 ц/га, сухого зерна – з 34 до 59 ц/га, сирого протеїну – з 13,1 до 14,3 ц/га (табл. 5. 1).

Таблиця 5.1. Продуктивність гібрида кукурудзи Галера МВ залежно від фази стиглості (середнє за 2010-2012 рр.)

Фаза стиглості	Збір з 1 ц/га			
	Зеленої маси	Сухої речовини	Сирого протеїну	Сухого зерна
Молочна	547	119	11,9	22
Молочно-воскова	511	132	13,1	34
Воскова	470	141	13,8	43
Повна	435	152	14,3	59

Відомо, що якість кукурудзяного силосу підвищується із збільшенням питомої маси качанів і зерна в них як найбільш поживної його частини. Із закінченням фази молочної стиглості кукурудзи частка качанів в загальному врожаї сухої речовини збільшується, а листків і стебел – знижується. В дослідженнях збір сухої речовини качанів гібрида Харківський 199 МВ складав 26 ц/га (31%), Галера МВ – 30 ц/га (33%) і Харківський 311 МВ - 37 ц/га(34%). У фазі молочно-воскової стиглості частка качанів складає 45-48 %, їх врожайність відповідно 49; 51 і 59 ц/га. Збір сухої речовини качанів у фазі воскової стиглості гібрида Харківський 199 МВ складав 71 ц/га, Галера МВ – 72 ц/га, Харківський 311 МВ – 80 ц/га, що в загальному урожай сухої речовини відповідає 53-57%.

Вміст сухої речовини в качанах молочно-воскової стиглості становив 32,7-35,1 %, а воскової – 42,6-43,2% (табл. 5. 2). Найбільша частка зерна в сухій масі качана (54,3%) і найменша – стрижня (28,8%) відмічені у фазі воскової стиглості гібрида Харківський 311 МВ.

Таблиця 5.2 – Структура качанів гібридів кукурудзи залежно від фази стиглості (середнє за 2010-2012 рр.)

Гібриди	Фаза стиглості	Вміст качанів у силосній масі, %	Вміст сухої речовини в качанах, %	В % до сухої маси качанів		
				зерно	стержні	обгортки
Харківський 199 МВ	Молочно-воскова	36	35,1	44,5	32,1	23,4
	Воскова	43	42,7	50,9	31,5	17,6
ГалераМВ	Молочно-воскова	40	34,9	43,0	34,0	23,0
	Воскова	47	43,2	52,1	28,5	19,4
Харківський 311 МВ	Молочно-воскова	43	32,7	44,9	31,9	23,2
	Воскова	48	42,6	54,3	28,8	16,9

Із збільшенням в загальному врожаї зеленої маси кукурудзи зерна в качані, зростає і сумарна протеїнова поживність корму, оскільки вміст протеїну в зерні значно більший, ніж в інших частинах рослини (табл.5. 3)

Оскільки поживність кукурудзи визначає також листя, то відмітимо, що у фазі молочної стиглості зерна листки мають значний вміст протеїну – 11,9 %, кількість якого різко знижується у фазах воскової (8,29%) і повної (7,96%) стиглості. У цей же період в рослині кукурудзи збільшується вміст структурних вуглеводів (клітковини) – з 9,14 до 24,65 %(11).

Рекомендований початок використання кукурудзи на силос співпадає з фазою повної молочно-воскової стиглості зерна, тобто згідно з методикою фенологічних спостережень 74% рослин в стеблостій знаходяться в молочно-восковій і 25 % - в молочної стиглості зерна, а вміст сухої речовини в зеленій

масі складає 25-27 % . В оптимальному стані для заготівлі силосу зелена маса кукурудзи містить 28-30 % сухої речовини, при цьому 60% рослин досягне фази воскової стиглості, а 40% перебувають у молочно-восковій стиглості. Закінчують збирати кукурудзу на силос, коли воскової стиглості зерна досягають лише 75% рослин, а 25% їх перебуває в молочно-восковій стиглості. Вміст сухої речовини в цей період складає 31-33%.

Таблиця 5.3. Вміст протеїну та клітковини в рослині кукурудзи та її компонентах, % на суху речовину.

Фаза стиглості	Ціла рослина	Складові частини					
		Листя	Стебла	Качани			
				Всього	Складові частини		
					Обгортки	Зерно	стрижні
Протеїн							
Молочна	10,27	11,96	10,03	11,88	6,29	14,19	9,96
Молочно-воскова	9,35	10,77	9,70	11,03	6,03	12,05	8,98
Воскова	9,12	8,29	7,21	10,24	4,68	11,27	7,62
Повна	8,70	7,96	4,50	8,17	4,12	10,44	6,13
Клітковина							
Молочна	19,14	21,60	30,12	16,94	19,14	3,89	26,77
Молочно-воскова	21,50	23,03	32,00	17,08	20,75	3,61	28,46
Воскова	22,47	23,85	32,56	17,61	23,61	3,35	31,92
Повна	24,65	25,18	32,80	18,44	26,58	2,90	33,43

Період між фазами основної молочно-воскової і повної воскової стиглості зерна кукурудзи триває в середньому 10-11 днів (табл. 5.4). Коли ж збирання зеленої маси продовжуватиметься і надалі, вміст сухої речовини кукурудзи становитиме більше 35 %, листя втрачає вологу, висихає (вміст сухої речовини більше 60%). Це призводить до гіршого силосування маси.

Для того, щоб зібрати кукурудзу на силос в оптимальному стані стеблостою, доцільно створити силосний конвеєр, тобто висівати гібриди

кукурудзи різних груп стиглості. Різниця в строках їх дозрівання складає 4-16 днів, що дає можливість більш плавного переходу при збиранні від виду однієї групи стиглості до іншої, в період найкращої якості силосної сировини.

Фенологічні спостереження за строками дозрівання гібридів кукурудзи свідчать, що фаза повної воскової стиглості кукурудзи відмічена в середньому за роки досліджень – 30 серпня – 13 вересня, що дає можливість проводити заготівлю силосу протягом певного періоду (20-25 днів) в оптимальному стані стеблостою

Таблиця 5.4. Строки настання фаз молочно-воскової і воскової стиглості зерна гібридів кукурудзи

Гібриди	Роки			Середнє	
	2010	2011	2012	Календарні строки настання фаз	Тривалість міжфазних періодів
Ранньостиглий	21,08	15,08	23,08	20,08	10
Харківський 199 МВ	1,09	22,08	7,09	30,08	
Середньоранній	28,08	25,08	1,09	26,08	
Галера МВ	6,09	2,09	16,09	5,09	
Середньостиглий	2,09	31,08	5,09	3,09	
Харківський 311МВ	12,09	6,09	25,09	13,09	

Таким чином, проведенні дослідження свідчать про доцільність збирання кукурудзи на силос в період максимального накопичення поживних речовин, який обмежений вмістом сухої речовини в зеленій масі 25-33%.

В силосному конвеєрі доцільно висівати гібриди кукурудзи кожної групи стиглості (ранньостиглий, середньоранній і середньостиглий). Різниця в строках дозрівання яких складає 4-16 днів і дає можливість плавного переходу при збиранні гібрида однієї групи стиглості до іншої в період найкращої якості силосної сировини.

Зелена маса кукурудзи є сировиною для заготівлі високоякісного силосу. Силос із кукурудзи першого класу повинен містити 25-35 % сухої речовини і 40-50 % качанів в зеленій масі в період воскової стиглості зерн.

Оптимальним строком збиранням кукурудзи на силос вважається воскова стиглість. Кукурудзу на силос збирають у фазі воскової стиглості за вмістом в цілій рослині 33-35 % сухої речовин, коли частка зерна складає 30-50 % загального збору сухої маси. У Франції силосування кукурудзи проводять за вмістом 30-35 % сухої речовини в зеленій масі і вологістю зерна 50%. В США збирання кукурудзи починають 15-20 вересня за вологості зерна не більше 35-40%, а цілої рослини – 65%. При збиранні кукурудзи на 5 днів раніше вказаного строку вихід перетравних поживних речовин знижувався на 5 %, на 10 днів – на 10%, на 15 днів – 20% .

Результати досліджень . встановлено, що після настання фази молочно-воскової стиглості врожайність зеленої маси кукурудзи не збільшується, але в період від молочно-воскової до повної стиглості відмічено інтенсивне накопичення поживних речовин. Збір сухої речовини кукурудзи збільшився з 132 до 152 ц/га, сухого зерна – з 34 до 59 ц/га, сирого протеїну – з 13,1 до 14,3 ц/га (табл 5.5).

Відомо, що якість кукурудзяного силосу підвищується із збільшенням питомої маси качанів і зерна в них як найбільш поживної його частини. Їх закінченням фази молочної стиглості кукурудзи частка качанів в загальному врожаї сухої речовини збільшується, а листків і стебел – знижується.

Таблиця 5.5. Продуктивність гібрида кукурудзи ГалераМВ залежно від фази стиглості (середнє за 2013-2015 рр.)

Фаза стиглості	Збір з 1 ц/га			
	Зеленої маси	Сухої речовини	Сирого протеїну	Сухого зерна
Молочна	557	129	11,9	22
Молочно-воскова	521	132	13,2	34
Воскова	490	144	13,9	43
Повна	445	156	14,5	59

В дослідженнях збір сухої речовини качанів гібрида Любава складав 26 ц/га (31%), Кадр 275 МВ – 30 ц/га (33%) і Кадр 307 МВ - 37 ц/га(34%). У фазі молочно-воскової стиглості частка качанів складає 45-48 %, їх врожайність відповідно 49; 51 і 59 ц/га. Збір сухої речовини качанів у фазі воскової стиглості гібрида Любава складав 71 ц/га, Кадр 275 МВ – 72 ц/га, Кадр 307 МВ – 80 ц/га, що в загальному урожай сухої речовини відповідає 53-57%.

Вміст сухої речовини в качанах молочно-воскової стиглості становив 32,7-35,1 %, а воскової – 42,6-43,2% (табл.5.6). Найбільша частка зерна в сухій масі качана (54,3%) і найменша – стрижня (28,8%) відмічені у фазі воскової стиглості гібрида Кадр 307 МВ.

Із збільшенням в загальному врожаї зеленої маси кукурудзи зерна в качані, зростає і сумарна протеїнова поживність корму, оскільки вміст протеїну в зерні значно більший, ніж в інших частинах рослини (табл. 5.7)

Оскільки поживність кукурудзи визначає також листя, то відмітимо, що у фазі молочної стиглості зерна листки мають значний вміст протеїну – 11,9 %. Кількість якого різко знижується у фазах воскової (8,29%) і повної

(7,96%) стиглості. У цей же період в рослині кукурудзи збільшується вміст структурних вуглеводів (клітковини) – з 9,14 до 24,65 %.

Таблиця 5.6 – Структура качанів гібридів кукурудзи залежно від фази стиглості (середнє за 2013-2015 рр.)

Гібриди	Фаза стиглості	Вміст качанів у силосній	Вміст сухої речовини в качанах %	В % до сухої маси качанів		
				зерно	стержні	обгортки
Любава	Молочно-воскова	36	35,1	44,5	32,1	23,4
	Воскова	43	42,7	50,9	31,5	17,6
Кадр 275 МВ	Молочно-воскова	40	34,9	43,0	34,0	23,0
	Воскова	47	43,2	52,1	28,5	19,4
Кадр 307 МВ	Молочно-воскова	43	32,7	44,9	31,9	23,2
	Воскова	48	42,6	54,3	28,8	16,9

Таблиця 5.7. Вміст протеїну та клітковини в рослині кукурудзи та її компонентах, % на суху речовину.

Фаза стиглості	Ціла рослина	Складові частини					
		Листя	Стебла	Качани			
				Всього	Складові частини		
					Обгортки	Зерно	стрижні
Протеїн							
Молочна	10,27	11,96	10,03	11,88	6,29	14,19	9,96
Молочно-воскова	9,35	10,77	9,70	11,03	6,03	12,05	8,98
Воскова	9,12	8,29	7,21	10,24	4,68	11,27	7,62

Повна	8,70	7,96	4,50	8,17	4,12	10,44	6,13
Клітковина							
Молочна	19,14	21,60	30,12	16,94	19,14	3,89	26,77
Молочно- воскова	21,50	23,03	32,00	17,08	20,75	3,61	28,46
Воскова	22,47	23,85	32,56	17,61	23,61	3,35	31,92
Повна	24,65	25,18	32,80	18,44	26,58	2,90	33,43

Рекомендований початок використання кукурудзи на силос співпадає з фазою повної молочно-воскової стиглості зерна, тобто згідно з методикою фенологічних спостережень 74% рослин в стеблостій знаходяться в молочно-восковій і 25 % - в молочній стиглості зерна, а вміст сухої речовини в зеленій масі складає 25-27 %. В оптимальному стані для заготівлі силосу зелена маса кукурудзи містить 28-30 % сухої речовини, при цьому 60% рослин досягне фази воскової стиглості, а 40% перебувають у молочно-восковій стиглості. Закінчують збирати кукурудзу на силос, коли воскової стиглості зерна досягають лише 75% рослин, а 25% їх перебуває в молочно-восковій стиглості. Вміст сухої речовини в цей період складає 31-33%.

Період між фазами основної молочно-воскової і повної воскової стиглості зерна кукурудзи триває в середньому 10-11 днів (табл. 5.8). Коли ж збирання зеленої маси продовжуватиметься і надалі, вміст сухої речовини кукурудзи становитиме більше 35 %, листя втрачає вологу, висихає (вміст сухої речовини більше 60%). Це призводить до гіршого силосування маси.

Для того, щоб зібрати кукурудзу на силос в оптимальному стані стеблостою, доцільно створити силосний конвеєр, тобто висівати гібриди кукурудзи різних груп стиглості. Різниця в строках їх дозрівання складає 4-16 днів, що дає можливість більш плавного переходу при збиранні від виду однієї групи стиглості до іншої, в період найкращої якості силосної сировини.

Таблиця 5.8 Строки настання фаз молочновоскової і воскової стиглості зерна гібридів кукурудзи

Гібриди	Роки			Середнє	
	2013	2014	2015	Календарні строки настання фаз	Тривалість між фазних періодів, днів
Ранньостиглий Любава	21,08	15,08	23,08	20,08	5-7
	1,09	22,08	7,09	30,08	
Середньоранній Кадр 275 МВ	28,08	25,08	1,09	26,08	7-10
	6,09	2,09	16,09	5,09	
Середньостиглий Кадр 307 МВ	2,09	31,08	5,09	3,09	10-12
	12,09	6,09	25,09	13,09	

Фенологічні спостереження за строками дозрівання гібридів кукурудзи свідчать, що фаза повної воскової стиглості кукурудзи відмічена в середньому за роки досліджень – 30 серпня – 13 вересня, що дає можливість проводити заготівлю силосу протягом певного періоду (20-25 днів) в оптимальному стані стеблостою.

Проведенні дослідження свідчать про доцільність збирання кукурудзи на силос в період максимального накопичення поживних речовин, який обмежений вмістом сухої речовини в зеленій масі 25-33%.

В силосному конвеєрі доцільно висівати гібриди кукурудзи кожної групи стиглості (ранньостиглий, середньоранній і середньостиглий). Різниця в строках дозрівання яких складає 4-16 днів і дає можливість плавного

переходу при збиранні гібрида однієї групи стиглості до іншої в період найкращої якості силосної сировини.

Розділ 6. Продуктивність кукурудзи в беззмінних посівах залежно від норм добрив

Поєднання внесення сидеральних, органічних і мінеральних добрив забезпечило максимальну продуктивність кукурудзи в беззмінних посівах(15,4).

Потенційні можливості накопичення врожаю кукурудзи при беззмінному посіві завжди нижчі ніж у сівозміні, тому щорічне внесення високих норм мінеральних та органічних добрив, приорювання маси сидератів дає можливість довести врожайність беззмінних посівів до їх рівня в сівозміні(25).

Використання сидератів на добриво, додатково до гною, дозволяє зменшити кількість внесених мінеральних добрив. Встановлено, що зелені добрива і гній рівноцінні за своїм впливом на продуктивність кукурудзи, що пояснюється інтенсивним розкладом приораної маси і вивільненням у добре доступній формі поживних речовин(14).

Нашими дослідженнями передбачалось визначити кількість накопиченої речовини у різні фази росту і розвитку кукурудзи в беззмінних посівах й залежно від норм добрив, враховуючи при цьому зміни хімічного складу рослини в цілому і окремих її частин.

Матеріали і методика досліджень. Дослідження проводились у 2004-2008 рр. у Жахнівському КСП Тиврівського району Вінницької області. Грунт – сірий, лісовий, опідзолений із вмістом гумусу 2,1-2,4 (за Тюриним), легкогідролізованого азоту 7-9 мг на 100 г ґрунту. Гідролітична кислотність 3,3-3,5 ,сума вбирних основ 14,6-14,8 мг – екв. на 100 г ґрунту, рН сольової витяжки 5,2-5,3. Агротехніка дослідів - загальноприйнята в зоні.

Площа облікової ділянки -100 м². Повторність у досліді – чотириразова.

У досліді висівався ранньостиглий гібрид кукурудзи Колективний 100 СВ при міжрядді 70 см і густоті рослин 80 тис/га.

Після збирання кукурудзи рядковим способом висівалася гірчиця Біла, з метою використання як сидеральне добриво, в нормі 18 кг/га, яка у фазі цвітіння зароблялось у ґрунт.

Важливим супутнім показником при оцінці продуктивності рослин кукурудзи є площа листкової поверхні та хід її формування. Якщо у фазі 6-8 і 10-12 листків кукурудзи площа листкової поверхні залежно від норми добрив мало відрізнялась (відповідно 7,4-10,7 і 16,1 - 19,1 тис. м²/га), то вже у фазі викидання волоті різниця була значно більшою 25,9-33,5 тис. м²/га.

В наших дослідженнях фотосинтетичний потенціал збільшується впродовж вегетаційного періоду, причому найбільші його показники були в кукурудзи при внесенні 40 т/га гною N₁₈₀ P₉₀K₂₀₀+ сидерат, які до кінця вегетаційного періоду склали 3,92 млн. м²дн/га. При внесенні лише сидерату – 3,36млн. м²дн/га.(табл.4.3.4)

Максимальне наростання листкової поверхні відмічено у фазі формування зерна кукурудзи при внесенні 40 т/га гною + N₁₃₀ Рад K₂₀₀ + сидерат - 42,5 тис.м²/га, порівняно з 30,4 тис. м²/га на ділянках без добрив. Починаючи з фази молочної стиглості кукурудзи, площа її листкової поверхні поступово зменшується, а нагромадження сухої речовини зростає.

У період від формування зерна до молочної стиглості збір сухої речовини кукурудзи збільшується в середньому на 12-35 ц/га, порівняно з періодом від викидання волоті до початку формування зерна –8-15 ц/га

Вплив органічних і мінеральних добрив у нормі 40 т/га гною + N₁₈₀ Рад K₂₀₀ + сидерат на нагромадження сухої речовини кукурудзи порівняно з іншими нормами добрив був найбільшим, а порівняно з ділянками без

Зростанню їх вмісту сприяє і внесення добрив, які особливо ефективні в нормі 40 т/га гною + N₁₈₀ P₉₀ K₂₀₀ + сидерат порівняно з ділянками без добрив, у фазі воскової стиглості кукурудзи відповідно з 41 до 50 і з 19 до 27 %. Максимальну врожайність зеленої маси (420 ц/га), сухої речовини (132 ц/га) та збір сухого зерна (58 ц/га) кукурудзи у фазі воскової стиглості

забезпечило внесення по сидератах органічних (40 т/га гною) та мінеральних ($N_{180} P_{90} K_{200}$) добрив (табл.6. 1).

Таблиця 6.1. Динаміка нагромадження сухої речовини кукурудзи в залежності від норм добрив, ц /га.

Норми добрив	Фази росту і розвитку					
	8-10 листків	викидання волоті	формування зерна	молочна стиглість	молочно-воскова стиглість	воскова стиглість
Без добрив	15,7	23,7	31,6	43,2	57,8	71,1
$N_{180}P_{90}K_{200}$	19,4	27,3	45,3	67,8	95,0	109,2
40 т/га гною	18,6	26,8	47,8	69,3	93,8	104,6
Сидерат	17,8	24,7	44,1	67,0	90,6	101,0
40 т/га гною + $N_{180}P_{90}K_{200}$	19,9	31,5	53,7	79,6	104,8	123,5
40 т/га гною + сидерат	18,3	27,6	47,2	73,1	95,1	108,6
$N_{180}P_{90}K_{200}$ + сидерат	18,7	28,2	46,5	72,5	91,9	111,0
40 т/га гною + $N_{180}P_{90}K_{200}$ + сидерат	19,4	33,0	48,0	83,0	108,0	126,4
40 т/га гною + $N_{90}P_{45}K_{100}$ +сидерат	18,9	32,3	46,3	75,2	99,2	114,3
20 т/га + $N_{180}P_{90}K_{200}$ + сидерат	19,3	33,5	46,9	77,4	101,5	118,7
20 т/га + $N_{90}P_{45}K_{100}$ +сидерат	18,0	31,6	44,8	73,7	96,3	110,0

За рахунок сидерального добрива, порівняно з варіантом без внесення добрив, збір сухої речовини кукурудзи збільшувався на 18 ц/га, сидерального добрива з мінеральними ($N_{180} P_{90} K_{200}$) – 40 ц/га, з органічними (40 т/га гною) – на 37 ц/га. Порівнюючи ефективність мінерального та органічного добрив (норми розраховані на приблизно рівний баланс поживних речовин), не відмічено суттєвої різниці в урожайності кукурудзи залежно від виду внесених добрив.

Повна норма органічних добрив (40 т/га гною) і половинна норма мінеральних ($N_{180} P_{90} K_{200}$) забезпечила більший збір сухої речовини кукурудзи - 125 ц/га, порівняно з половинною нормою органічних (20 т/га гною) і повною нормою мінеральних добрив ($N_{180} P_{90} K_{200}$) – 118 ц/га. Максимальний збір зерна (59 ц/га) отримали на ділянках дослідів, де внесли 40 т/га гною $N_{180} P_{90} K_{200}$ + сидерат.

Таблиця 6.2 Вплив норм добрив на показники структури врожаю кукурудзи залежно від фази стиглості, %

Норми добрив	Фаза стиглості											
	МОЛОЧНА				МОЛОЧНО-ВОСКОВА				ВОСКОВА			
	вміст качанів в силосній масі	вміст зерна в силосній масі	вміст сухої речовини в цілій рослині	вміст сухої речовини в качанах	вміст качанів в силосній масі	вміст зерна в силосній масі	вміст сухої речовини в цілій рослині	вміст сухої речовини в качанах	вміст качанів в силосній масі	вміст зерна в силосній масі	вміст сухої речовини в цілій рослині	вміст сухої речовини в качанах
Без добрив	32	10	18	26	34	12	24	33	41	19	31	39
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀	34	12	21	29	37	15	27	37	44	22	34	43
40 т/га гною	35	12	20	28	38	14	26	35	44	21	33	42
Сидерат	33	11	19	27	35	13	25	34	43	20	33	41
40 т/га гною+N ₁₃₀ P ₉₀ K ₂₀₀	37	13	23	30	40	16	28	39	47	25	37	46
40 т/га гною+сидерат	34	12	21	28	38	14	26	39	44	23	35	44
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀ +сидерат	35	14	22	30	38	17	27	40	45	24	35	45

40 т/га гною + N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀ + сидерат	39	13	24	31	41	18	28	42	50	27	39	48
40 т/га гною+N ₉₀ P ₄₅ K ₁₀₀ +сидерат	36	12	23	29	39	16	26	41	45	24	34	45
20 т/га гною+N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀ +сидерат	37	13	24	29	40	15	27	40	47	25	35	44
20 т/га гною+N ₉₀ P ₄₅ K ₁₀₀ +сидерат	35	11	22	27	37	13	26	38	46	23	33	42

Таблиця 6.3 Продуктивність кукурудзи в період наливу та дозрівання зерна залежно від норм добрив. (ц/га)

Норми добрив	Фаза стиглості								
	Молочна			Молочна-воскова			Воскова		
	Урожайність зеленої маси	Збір сухої речовини	Збір сухого зерна	Урожайність зеленої маси	Збір сухої речовини	Збір сухого зерна	Урожайність зеленої маси	Збір сухої речовини	Збір сухого зерна
Без добрив	183	33	7	225	54	11	254	76	26
N ₁₃₀ P ₉₀ K ₂₀₀	271	57	20	304	82	24	342	105	45
40 т/га гною	295	59	18	323	84	27	360	110	48
Сидерат	253	48	12	284	71	19	321	94	35
40 т/га гною+N ₁₃₀ P ₉₀ K ₂₀₀	343	79	24	368	103	40	412	129	58
40 т/га гною+сидерат	314	66	23	318	89	36	375	113	56
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀ +сидерат	323	71	21	358	93	29	383	116	50
40 т/га гною + N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀ + сидерат	350	84	25	389	109	38	420	132	59
40 т/га	317	73	20	369	96	34	407	125	55

гною+N ₉₀ P ₄₅ K ₁₀₀ +сидерат									
20 т/га гною+N ₁₈₀ P ₉₀ K ₂₀₀ +сидерат	308	74	22	348	94	30	394	118	52
20 т/га гною+N ₉₀ P ₄₅ K ₁₀₀ +сидерат 318	318	70	19	354	92	28	387	116	49
Примітка	НП ₀₅ —	36	ц;	НП ₀₅	(добрива)—	31	ц.		

Висновки

Регіон центрального Лісостепу правобережної України сприятливий для вирощування різностиглих гібридів кукурудзи інтенсивного типу. Гідротермічні умови в роки проведення досліджень дали можливість при застосуванні технологічних прийомів вирощування одержати 140-150 ц/га сухої речовини. Максимальну врожайність зеленої маси (420 ц/га), сухої речовини (132 ц/га) та збір сухого зерна (59 ц/га) забезпечило внесення по сидератах органічних (40 т/га гною) та мінеральних ($N_{180} P_{90} K_{200}$) добрив. Технологічні прийоми вирощування впливали на показники фотосинтетичної продуктивності гібридів кукурудзи. Підвищення густоти насаджень від 100 до 120 тис./га збільшувало площу їх листкової поверхні на 5-10%, а внесення мінеральних добрив - на 25-30%.

Ранні строки сівби кукурудзи (28.04 і 02.05) забезпечили більшу продуктивність ранньостиглих і середньоранніх гібридів (відповідно 134 і 151 ц/га сухої речовини) завдяки їх адаптаційному потенціалу, кращому використанню продуктивної вологи орного шару ґрунту, короткому вегетаційному періоду (цвітіння та наливу зерна відбуваються до настання посушливого періоду). Більш пізні строки сівби кукурудзи (07.05 і 12.05) сприяли підвищенню продуктивності середньостиглих гібридів, що обумовлено їх генетичною природою: подовженістю між фазних періодів репродуктивної стадії, ремонтантністю. Дотримання оптимальної структури стеблостою гібридів кукурудзи різних груп стиглості, яка в основному визначається морфологічними ознаками і густотою стояння рослин, відіграє суттєву роль в процесах фотосинтетичної діяльності, накопичення сухої речовини та продуктивності кукурудзи. В загущених посівах зростає площа листкової поверхні, але показники чистої продуктивності фотосинтезу при цьому зменшуються. Гібриди кукурудзи різних груп стиглості за збільшення густоти рослин від 90 до 120 тис. шт./га підвищували вміст сухої речовини. Найвищий збір сухої речовини відмічено у фазу воскової стиглості у

ранньостиглого та середньораннього гібридів на ділянках з густотою 110 і 120 тис. шт./га-13,5 і 13,7 т/га та 15,0 і 14,8 т/га, у середньостиглого і середньопізннього гібридів за густоти 90 і 100 тис. шт./га 16.9 і 17.0 т/га.

Накопичення сухої речовини кукурудзи було найбільшим у період від формування зерна до молочної стиглості. У структурі врожаю кукурудзи вміст качанів і зерна в них особливо зростає на ділянках з максимальними нормами добрив від молочної до воскової стиглості.

Кукурудзу на силос доцільно збирати в період максимального накопичення поживних речовин, який обмежений фазами повної молочно-воскової стиглості (вміст сухої речовини в зеленій масі становить 25-27%) і повної воскової стиглості (вміст сухої речовини-31-33%). Із підвищенням вмісту сухої речовини кукурудзи зменшується протеїнова поживність корму та зростає кількість структурних мало перетравних вуглеводів, але в загальному врожаї сухої речовини з площі вирощування збір протеїну в фазі повної стиглості кукурудзи більший. Кукурудзяний корм, особливо середньоранніх гібридів, за рахунок більшої маси зерна в фазі повної воскової стиглості відзначається в цілому найкращою якістю.

Список літератури

1. Бабич А.О. Світові, земельні продовольчі і кормові ресурси / А.О. Бабич. – К.: Аграрна наука, 1996. – С. 216-218.
2. Бабич А.О/ Кормові і лікарські рослини в ХХ-ХХІ століттях / А.О. Бабич. – К.: Аграрна наука, 1997. – С. 583-592.
3. Бахтин П.У. Исследование физико-механических и технологических свойств основных типов почв УССР //Научные труды ВАСХНИЛ, М.: Колос, 1989.-271с.
4. Бердников А. М, Влияние злакового сидерита на урожай кукурузы // Агрохимия. - 1988. - №2. – С. 59-62.
5. Бечюс П.П. Интенсификация полевого кормопроизводства. – М.: 1989. – 174 с.
6. Долгов С.И., Модина С.А. О некоторых закономерностях зависимости урожайности сельськохозяйственных культур от плотности почвы. Вып.2, Л.: Гидрометеоздат, 1989.-С. 54-64.
7. Казаков Е.О., Христова Т.Е., Казакова С.М. Роль генеративних органів кукурудзи в продукційному процесі при дії водних стресів в онтогенезі //Український ботанічний журнал. –2000; Т.57. -№4.-С.446-449
8. Киризий Д.А. Фотосинтез и рост растений в аспекте донорно-акцепторных отношений / Д.А. Киризий. – К.: Логос, 2004. – 192 с.
- 9.Князюк О. В. Гідротермічні ресурси регіону і продуктивність кукурудзи / О.В.Князюк // Вісник БДАУ: Зб. наук. праць.-Біла Церква,2001.- Вип.20.-С.51-56.
- 10.Князюк О.В. Агроєкологічне випробування та підбір гібридів кукурудзи різних груп стиглості для силосного конвеєру в умовах правобережного лісостепу / О.В. Князюк, В.Г. Липовий. - Агробіологія: Зб. наук. праць БНАУ. – Біла Церква, 2011. – Вип 6. – С. 103-106.
- 11.Князюк О.В. Строки збирання гібридів кукурудзи та їх продуктивність /О.В.Князюк // Вісник БДАУ: Зб. наук. праць. - Біла Церква,2003.-

Вип.26.-С.36-46

- 12.Князюк О.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на фотосинтетичну продуктивність гібридів кукурудзи / О.В. Князюк, В.Г. Липовий, І.Ф. Підпалый // Агробіологія: Зб. Наук. праць БНАУ. – Біла Церква, 2012. – Вип. 9. – С. 116-120.
- 13.Князюк О.В. Індивідуальні особливості росту, розвитку і формування врожаю різностиглих гібридів кукурудзи /О.В.Князюк // Вісник БДАУ:Зб.наук.праць.-БілаЦерква,2001.-Вип.15.-С.70-75.
- 14.Князюк О.В. Вплив добрив і обробітку ґрунту на продуктивність кормових буряків і кукурудзи в беззмінних посівах /О.В.Князюк,М.О.Остапчук//Вісник БДАУ:Зб наук.праць.-Біла Церква,1997.-Вип 3.-С.43-48.
- 15.Князюк О.В. Особливості будови і розміщення по профілю ґрунту кореневої системи кукурудзи залежно від мінеральних добрив і густоти рослин /О.В.Князюк //Вісник БДАУ:Зб. наук. пр.-Біла Церква,2006.- Вип37.- С.70-74.
- 16.Князюк О.В. Фізіолого-біологічні особливості формування продуктивності гібридів кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування /О.В.Князюк, В.Г.Липовий //Агробіологія.- Зб.наук.праць.-БілаЦерква,N1.-С.47-52
- 17.Князюк О.В.Вплив гідротермічних умов на продуктивність гібридів кукурудзи у зв'язку із строками сівби / О.В. Князюк // Вісник БДАУ: Зб. наук. праць. – Біла Церква, 2000. – Вип. 109. – С 113-120.
- 18.Князюк О.В.Поживність кукурудзяного корму з різночасно дозріваючих гібридів кукурудзи / О.В. Князюк // Вісник БДАУ:Зб. наук.праць.-Біла Церква,1998.-Вип.4.-С.40-44.
- 19.Крамаров С. Урожайність і якість гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від рівня мінерального живлення в Північному

- Степу України / С. Крамаров // Вісник ЛНАУ. – Львів. – Агробіологія. - № 13. – 2009. – С. 36-39.
- 20.Крекне Н.Г. Фенотипическая изменчивость. –М.: Издательство биологического института им. К.А.Тимирязева, 1933-1935. –С.28.
- 21.Куперман Ф.М. Морфология растений / Ф.М. Куперман. – М.: Высшая школа, 1984 – 239 с.
- 22.Лопачев Н.А., и др. Эффективность технологий возделывания кукурудзы на силос в Лесостепной зоне России //Кормопроизводство. - №4. –2004. С. 15-18.
- 23.Мусієнко М.М.Екологія рослин /М.М.Мусієнко.-К:Либідь,2006-432с.
- 24.Нечипорович А.А. Некоторые принципы комплексной организации фотосинтетической деятельности и продуктивности растений // А.А. Нечипорович «Важнейшие проблемы фотосинтеза в растениеводстве». – М.: Изд. АН СССР, 1970. – С. 6-22.
- 25.Носко Б. С. Фосфатный режим грунтов и зффективность удобрений. - К.: Урожай, 1990. – 224 с.
- 26.Пейн Б.Ф. Потребности кукурудзы на корм в питательных веществах //Кукурудза на корм. Производство и использование. М.: Колос, 1990.- С.119.
- 27.Підпалій І.Ф. Комбінований аналіз результатів польового дослідження / І.Ф. Підпалій, Б.О. Рудницький, В.Г. Липовий // Збірник наукових праць ВНАУ. – Вінниця. – Вип. 6 (46), 2010, - С 72-76.
- 28.Прядкина Г.А. Анализ связи составляющих структуры урожая растения кукурудзы с его фитометрическими показателями /Г.А Прядкина Б.И.Гуляев, А.Д.Рогаченко //Физиология и биохимия культурных растений. –1992. –24. -№4. – С.398 –404.
- 29.Ревут И.Б. Физика почв. –М.: Колос, 1972. –366 с.
- 30.Санін Ю.В. Технологія підживлення кукурудзи макро-і

- мікроелементами, їхнє значення та застосування в посівах кукурудзи
/Ю.В. Санін // Пропозиція.-2010,-№5.-С.76-77.
- 31.Скрильник А.Максимальний ефект використання мікродобри
/А.Скрильник,А.Кутова // Пропозиція.-2012.-№6.-С.10-11.
- 32.Станков Н.З. Корневая система полевых культур. М.: Колос. –1990. –
280 с.
- 33.Тинджулис А. Теоретические вопросы обработки почвы в Литовской
ССР: Автореф. дис. д-ра с.-х наук. – Каунас, 1990. –45 с.
- 34.Черны В., Ферик М. Функции и рост подземных органов растений
//Формирование урожая основных сельськохозяйственных культур.-М.:
Колос, 1990. –С.35.
- 35.Шевельов В.В. Ріст, розвиток та врожайність гібридів кукурудзи різних
груп стиглості залежно від строків сівби та густоти стояння рослин
//Вісник БДАУ: Зб.наук. праць, Біла Церква, 2001. – Вип. 15.-С.167.
- 36.Шогенов Ю.М., Ханиева И.М., Кумахов Т.Р. Морфологическое
строение и характер распространения корней у кукурудзы в
зависимости от минерального удобрения и густоты стояния //Зерновое
хозяйство. –№4.-2004.-С.9-12.