

СТРУКТУРА ВРОЖАЮ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Г.М. Господаренко, О.Д. Черно, В.В. Любич, І.С. Садовський

Уманський національний університет садівництва (м. Умань, Україна)

Мета. Визначення проявлення впливу окремих складових структури врожаю кукурудзи на формування врожайності зерна під впливом погодних умов і систем удобрення. **Методи.** Дослідження проводились у тривалому стаціонарному досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського національного університету садівництва на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому. Масу 1000 зерен визначали за ДСТУ 4138-2000. Аналіз структури врожаю за «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур». **Результати.** У результаті проведених досліджень виявлено, що за мінеральної системи удобрення врожайність кукурудзи підвищилась на 25–39%, органічної – 25–53, органо-мінеральної – на 28–59% залежно від доз добрив. З'ясовано залежності впливу системи удобрення на показники структури врожаю кукурудзи та виокремлено ті, що найбільше змінюються під дією чинників інтенсифікації технології вирощування. Під впливом удобрення біометричні показники качана підвищувались на 4–10%, а кількість рядів зерен на 0,3–1,7 шт. Мінливість цих ознак була слабкою ($V = 5\%$). Кількість зерен у качані істотно підвищувалась під впливом удобрення – на 5–20% із середньою мінливістю ознаки – $V = 11\%$. Маса зерна з качана достовірно змінювалась залежно від погодних умов і доз добрив в інтервалі від 100,9 до 226,2 г з дуже високим коефіцієнтом варіації – 25,3%. **Висновки.** Виявлено кореляційні залежності та встановлено сильну тісноту між показниками структури й урожайністю зерна кукурудзи. Встановлено, що коефіцієнт кореляції між урожайністю зерна та довжиною качана становив $r = 0,94$, кількістю рядів зерен – $r = 0,84$, масою зерна з одного качана – $r = 0,99$. Отримані дані можуть бути використані для оптимізації системи удобрення та структури посівів кукурудзи у Правобережному Лісостепу залежно від погодних умов.

Ключові слова: гібрид ДКС 3511, погодні умови, чорнозем опідзолений, системи удобрення, урожайність зерна, кореляційні залежності.

Вступ. Постановка проблеми. Агрометеорологічні умови українського кукурудзяного поясу змінюються разом із глобальними кліматичними трансформаціями, але кукурудза залишається привабливою культурою для вітчизняних аграріїв. За даними ФАО до 2024 р. споживання зернових збільшиться на 390 млн т, при цьому 70% становитиме кукурудза [1].

За площею посіву кукурудза продовжує займати провідні позиції після пшениці та соняшнику, а її місце в рейтингу найпоширеніших сільськогосподарських культур залишається незмінним упродовж декількох років поспіль. Нині в Україні також спостерігається стала тенденція до збільшення її посівних площ (у 2022 р. вона становила 5,475 млн га), що пояснюється кон'юнктурою ринку, високою врожайністю, прибутковістю та удосконаленою технологією вирощування [2].

Зміна кліматичних умов у бік потепління, посухи, посилення кількості виникнення та інтенсивності прояву несприятливих погодних умов є головною проблемою, що впливає на ріст та розвиток кукурудзи і призводить до внутрішньосезонної мінливості врожайності [3–9]. За різних агрометеорологічних умов її продуктивність варіює під впливом неоднакових умов вологозабезпечення, температурних режимів, їх строків і тривалості дії. Тому основним критерієм цілеспрямованих досліджень із районування нових гібридів є реакція кукурудзи на зміну погодних умов, технології вирощування, зокрема створених умов мінерального живлення [10–12].

Тому метою дослідження було з'ясувати, які господарсько-цінні ознаки найбільше змінюються під впливом погодних умов і систем удобрення та найбільше впливають на врожайність кукурудзи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Встановлено, що високий урожай кукурудзи формується за оптимального співвідношення всіх структурних складових: кількості рядів у качані та зерен у них, маси 1000 зерен, довжини і діаметра качана. За недостатнього розвитку одного з них урожай не може бути компенсований завдяки іншим складникам. Оскільки окремі складові структури формуються в різні періоди органогенезу, то для повноцінного їх розвитку необхідні неоднакові умови. Тому аналіз структури урожаю поряд із продуктивністю є важливим, оскільки дає можливість визначати частку впливу окремих складових на їх формування [13].

Вивченням кореляційної залежності між основними господарсько-цінними ознаками й урожайністю займалося багато вчених [14; 15]. Це питання має практичне значення для встановлення оптимальних складових технологій вирощування кукурудзи у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [11; 12; 16].

Учені Л. В. Козубенко й І. А. Гур'єва та інші виявили високу кореляційну залежність між урожайністю й такими ознаками, як висота рослин, довжина й діаметр качана, кількість качанів на одній рослині та вихід зерна при обмолоті. Спостерігались й високі рівні взаємозв'язків урожаю з висотою рослин і прикріплення качана, довжиною качана, кількістю зерен у ряді та на качані та їх виходом [15; 17]. Також вченими було встановлено середньої сили прямий кореляційний зв'язок між урожайністю й тривалістю вегетаційного періоду, масою тисячі зерен, їх кількістю в ряді на качані, довжиною качана та діаметром стрижня. Слабкий взаємозв'язок спостерігався між урожайністю й діаметром качана [18].

Отже, встановлення кореляційних залежностей між господарсько-цінними ознаками має значний практичний інтерес.

Постановка завдання. Метою досліджень було визначити вплив окремих складових структури на формування урожаю кукурудзи середньостиглого гібриду ДКС 3511 (ФАО 330) за різних систем удобрення в умовах Правобережного Лісостепу.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводились на дослідному полі Уманського національного університету садівництва у тривалому (з 1964 р.) стаціонарному досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому протягом 2021–2022 рр. Технологія вирощування кукурудзи була загальноновизнаною для умов Правобережного Лісостепу.

Визначення врожайності зерна кукурудзи проводили подільською, з урахуванням вологості; масу 1000 зерен – гравіметричним методом за ДСТУ 4138-2002 [19]; аналіз структури урожаю – кількісно-гравіметричним методом за «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [20]; математичний аналіз результатів досліджень – за допомогою дисперсійного та кореляційно-регресивного методів.

У досліді застосовували такі види мінеральних добрив: аміачну селітру (д. р. 34,4%), суперфосфат гранульований (д. р. 20,5%) і калій хлористий (д. р. 60%), а також напівперепрілий гній великої рогатої худоби. Площа посівної ділянки – 180 м², облікової – 100 м², повторність дослідів – триразова, розміщення варіантів – послідовне. Схема дослідів включала варіанти з дією мінеральних добрив та післядією мінеральної, органічної й органо-мінеральної систем удобрення (табл. 1): у польовій 10-пільній сівозміні з наступним чергуванням культур: ячмінь ярий + конюшина лучна, конюшина лучна, пшениця озима, буряк цукровий, кукурудза, горох, пшениця озима, кукурудза на силос, пшениця озима, буряк цукровий.

Результати та їх обговорення. Встановлено, що погодні умови ще з початку сівби впливали на проходження вегетації рослин кукурудзи. Весна 2021 р. виявилась холодною і затяжною (рис. 1, 2).

Квітень цього року був найхолоднішим за останні 30 років. Формування тимчасового снігового покриву висотою 2–4 см спостерігалось 7–9 та 24–26 квітня. Травень видався прохолодним і дощовим, інколи вночі у цей період температура знижувалась до мінус 0,3°C (рис. 2). Сівбу кукурудзи на дослідних ділянках провели наприкінці першої декади травня. При цьому запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту були на рівні оптимальних значень – 157 мм [21].

Літо 2021 р. було одним із найтепліших за останні роки метеоспостережень. Однак до середини червня ріст і розвиток посівів проходив за умов дефіциту тепла та частих дощів зливого характеру. Це негативно вплинуло на формування посівів кукурудзи. У середині і до кінця червня середньодобова температура повітря підвищилася, перевищувала кліматичну норму на 4°C. Однак значна кількість атмосферних опадів (105 мм), запаси вологи у ґрунті, підвищена вологість повітря та рясні роси були пом'якшувальним чинником для рослин. Завдяки цьому високі температури негативно не впливали на ріст рослин,

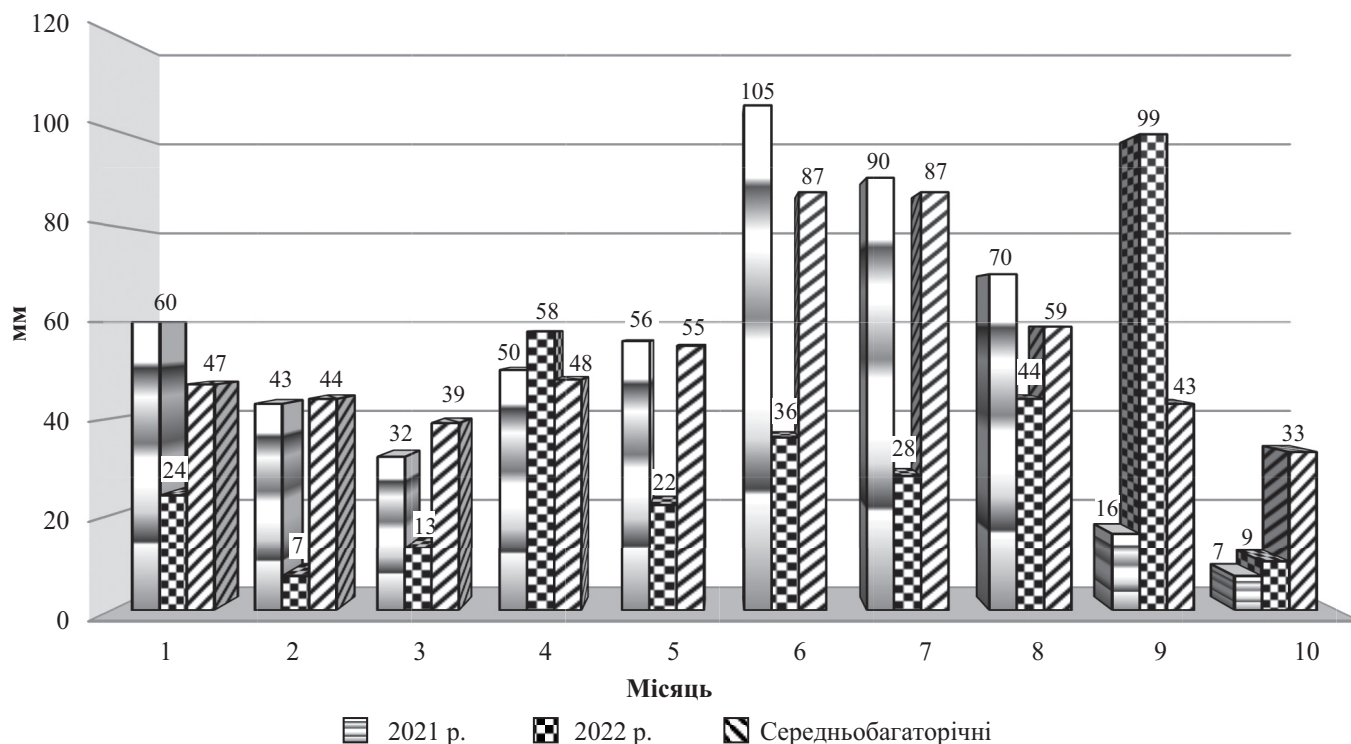


Рис. 1. Кількість опадів за місяцями у роки проведення досліджень за даними метеостанції м. Умань, мм

а навпаки – сприяли їх активному розвитку. Запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 0–100 см на кінець червня зменшилися неістотно і становили 140 мм. На цей час у рослин було сформовано 13–15 листків і стан посівів характеризувався як добрий [21].

Чергування спекотних днів із відносно прохолодними і рясними дощами у серпні створили задовільні

умови для завершення формування врожаю кукурудзи. Наприкінці серпня – початку вересня зерно досягло повної стиглості. За кількістю опадів літній період був типовим – їх випало на 32 мм більше, порівняно з середньобагаторічним показником.

Весняний період 2022 р. був нетипово холодним і посушливим. Тривалість метеорологічної весни

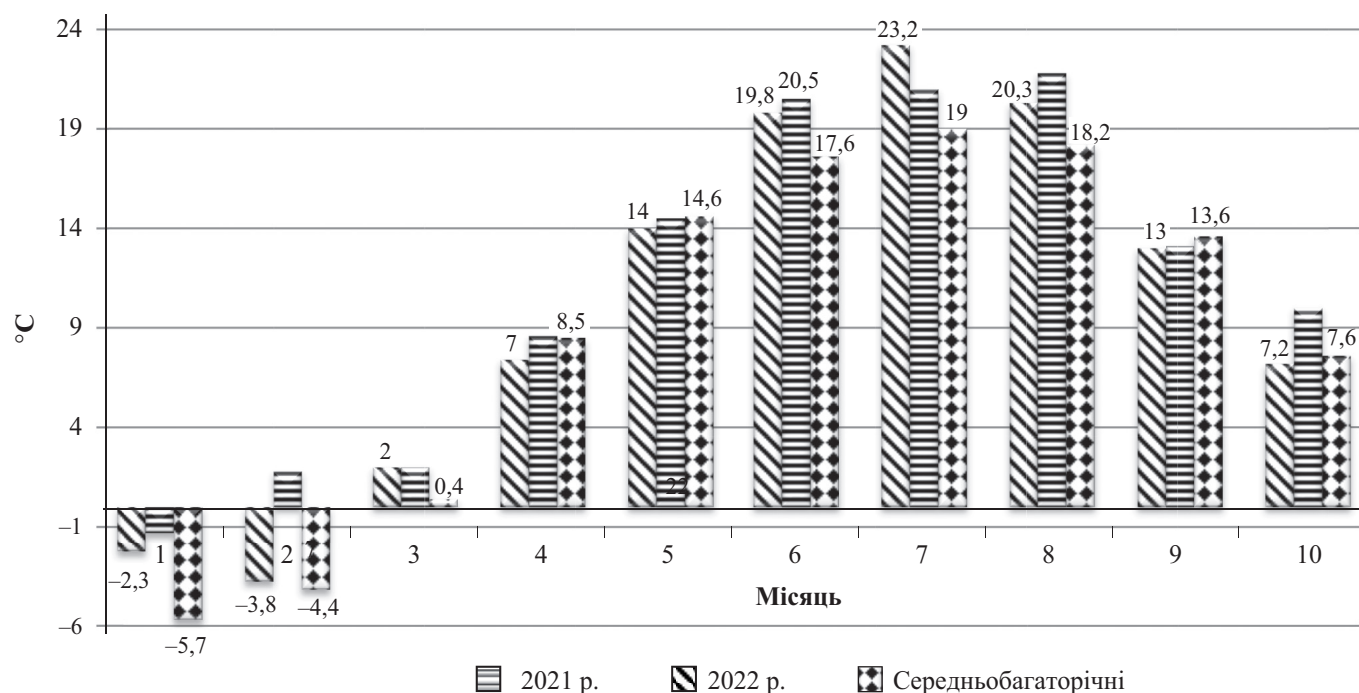


Рис. 2. Середньомісячна температура повітря у роки проведення досліджень за даними метеостанції м. Умань, °C

(період із середньодобовою температурою 0–15°C) становила 85–95 діб, що на 2–3 тижні довше звичайного. Її особливістю також були значні перепади температури, затяжні похолодання, відсутність опадів у 2–3 декаді березня [22]. Сівбу кукурудзи провели наприкінці квітня. Середня декадна температура повітря у цей період була на 1°C нижчою від норми, а вночі спостерігались заморозки. Максимальна температура повітря переважно не перевищувала 22–24°C (див. рис. 2).

Умови на початку вегетації кукурудзи у 2022 р. були малосприятливі, а розвиток рослин відбувався уповільнено через низькі нічні температури повітря та ґрунту. Літній період характеризувався значними перепадами температури. Спостерігалось чергування нетривалих періодів спеки, коли температура досягла +30–35°C, з більш тривалішими прохолодними періодами. Рослини у бездощові періоди використовували воду рясних рос та високої вологості повітря вдень. На початку другої декади липня рослини були у фазі викидання волоті, 19 липня – у фазі цвітіння волоті та качана. В кінці вегетації кукурудзи спостерігалась холодна й дощова погода (див. рис. 1, 2), що стало причиною затримки збирання врожаю.

Визначальну роль у підвищенні продуктивності рослин кукурудзи має удобрення. Доведено, що майже на 50–55 % урожайність кукурудзи зумовлюється впливом удобрення на формування маси зерна в качані, а кількість качанів на рослині залежить від гібриду [23].

Погодні умови у роки проведення досліджень різнилися і по-різному впливали на формування врожаю кукурудзи. У 2021 р. на ділянках, де добрив не вносили, урожайність зерна була на 34% вищою, порівняно з 2022 р. Застосування різних систем удобрення в сівозміні та внесення добрив під кукурудзу підвищували цей показник на 27–62% (рис. 3).

У 2022 р. за умов недостатнього зволоження та підвищених температур повітря впродовж літнього періоду, на ділянках, де добрив не вносили, урожайність кукурудзи становила лише 5,9 т/га. Добрива сприяли її підвищенню на 22–56% залежно від доз і систем удобрення.

У середньому за роки проведених досліджень у контрольному варіанті урожайність кукурудзи становила 7,4 т/га. За мінеральної системи удобрення урожайність підвищилась на 25–59%, органічної – 25–53,

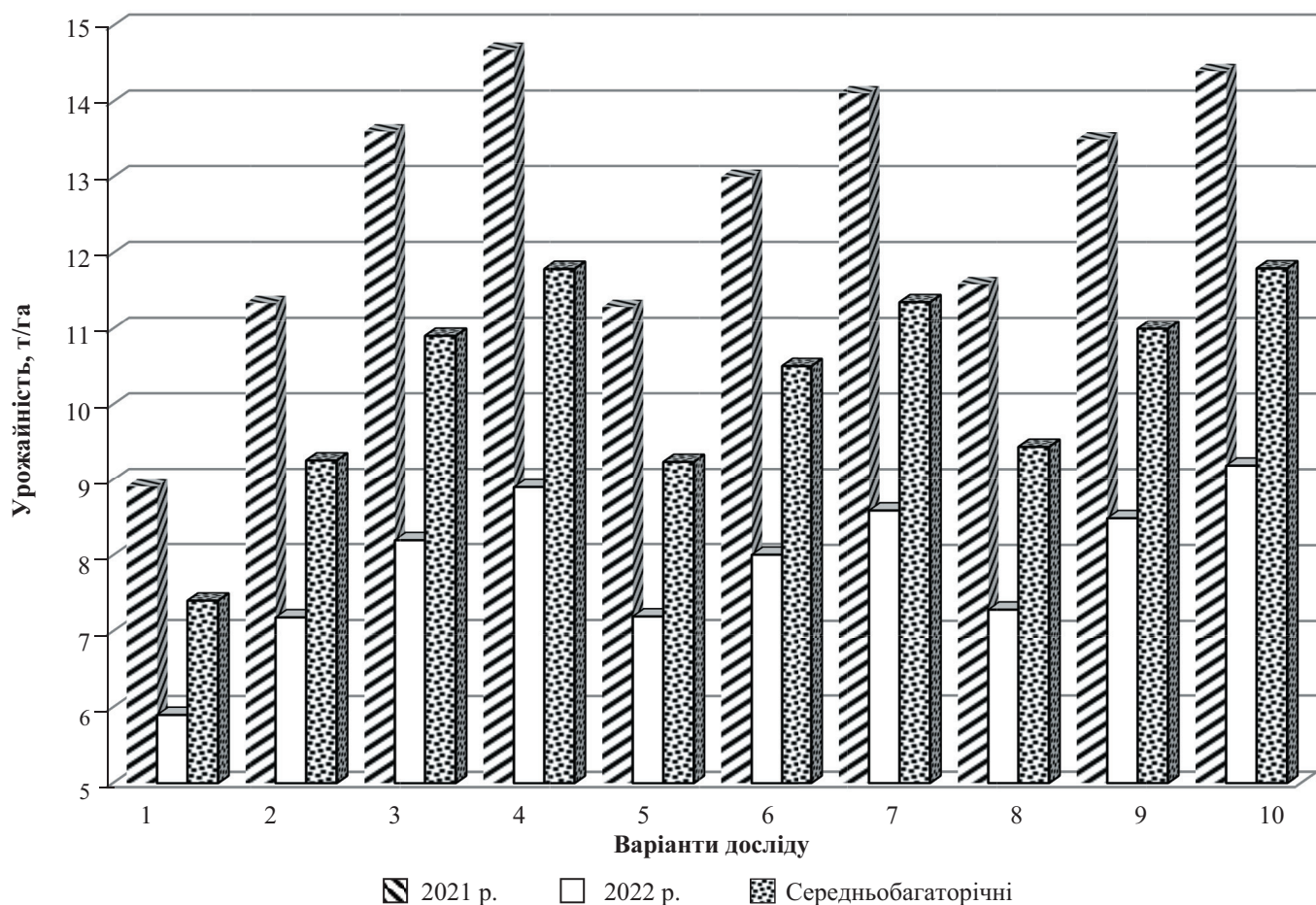


Рис. 3. Вплив погодних умов і систем удобрення на врожайність кукурудзи, т/га

органо-мінеральної – 28–59% залежно від доз внесення добрив. Незважаючи на різні рівні врожайності в роки досліджень, істотної переваги тієї чи іншої системи удобрення не було виявлено. Значно більше впливали дози добрив.

Відомо, що врожайність зерна кукурудзи є похідною низки кількісних ознак. Тому для подальшого підвищення її врожайності необхідно володіти інформацією не лише про рівень прояву результативної ознаки, а й окремих складових структури урожаю, їх взаємозв'язку [24].

Для формування високої врожайності кукурудзи чільне місце займають такі показники, як кількість рядів і зерен у них, маса 1000 зерен. Тому вивчення кореляційної залежності між ними має практичне значення для удосконалення технології вирощування кукурудзи у певних ґрунтово-кліматичних умовах [26; 27]. Зазначається, що процеси формування структурних складових урожаю не менше залежать і від некеріваних чинників середовища [27].

Встановлено, що показник кількості качанів/рослину практично не змінювався від удобрення (0,95–1,0 шт.). Це можна пояснити тим, що ця ознака є генетично детермінованою з вузькими межами варіювання.

Довжину качана визначали тільки за озерненою частиною. За результатами біометричних вимірювань встановлено, що погодні умови впливали на цей показник (табл. 2). На ділянках без удобрення (контроль) за більш вологих умов 2021 р. довжина качана була на 10% більшою, порівняно з 2022 р. Удобрення дещо зменшувало негативний вплив погодних умов на цей показник. У роки досліджень залежно від удобрення і умов зволоження довжина качана змінювалась від 18,5 до 22,7 см.

У середньому за 2021–2022 рр. забезпечення рослин кукурудзи кращими умовами живлення зумовило зростання біометричних показників качанів на 4–10%. Більших значень ознака «довжина качана» набула за мінеральної системи удобрення, коли безпосередньо під кукурудзу було внесено $N_{200}P_{200}K_{200}$, а приріст порівняно з контролем становив 10%. Мінливість ознаки була слабкою і становила $V = 5\%$.

Кількість рядів зерен у качані в контрольному варіанті дослідження сягала 13,7 шт., а під впливом удобрення підвищувалась на 0,3–1,7 шт. При цьому необхідно зазначити, що в роки проведення досліджень лише за подвійних і потрійних доз добрив спостерігалось істотне збільшення цього показника. Мінливість ознаки була слабкою і становила $V = 5\%$.

Кукурудза відноситься до культур, що мають низьку здатність компенсувати недостатній розвиток однієї зі складових структури врожаю іншими. Вона має вузькі межі варіабельності окремих ознак продуктивності важливих показників структури, у тому числі й кількості зерен у качані [28].

Аналогічні результати одержані й у проведених дослідженнях. Встановлено, що кількість зерен у качані більше змінюється залежно від погодних умов і значно підвищується під впливом удобрення (див. табл. 2). У 2021 р. цей показник змінювався від 529–640 шт., а в 2022 р. – від 444 до 532 шт. У середньому за роки досліджень на ділянках, де добрив не вносили, кількість зерен у качані становила 487 шт., а з підвищенням доз внесених добрив у сівозміні озерненість качана кукурудзи підвищувалась за мінеральної системи удобрення на 26–99 шт., органічної – 22–88, органо-мінеральної – 32–91 шт., або загалом на 5–20%. Мінливість ознаки була середньою, що підтверджується значеннями коефіцієнта варіації ($V=11\%$).

Маса зерна з качана є основним показником структури врожаю кукурудзи, від якого найбільше залежить врожайність зерна. Вона змінювалась залежно від погодних умов та удобрення в широкому діапазоні – від 100,9 до 226,2 г, а коефіцієнт варіації був дуже високим ($V=25,3\%$). Маса зерна з качана корелювала з озерненістю качана ($r=0,97$) та з масою 1000 зерен ($r=0,99$).

У середньому за роки досліджень найменшою вона була на ділянках, де добрив не вносили (118,9 г), а під впливом удобрення підвищувалась на 24–53%. Системи удобрення істотно не впливали на цей показник. Максимального значення (181,6 г) маса зерна з качана набула у варіанті дослідження з мінеральною системою удобрення і внесенням безпосередньо під кукурудзу $N_{200}P_{200}K_{200}$.

Показник маси 1000 зерен змінювався залежно від погодних умов року та удобрення. Залежно від доз добрив вона підвищувалась на 16–28% порівняно до контролю, а мінливість цієї ознаки була середньою ($V=15\%$). Системи удобрення не становили істотного впливу на масу 1000 зерен кукурудзи.

Між показниками структури й урожайністю зерна кукурудзи були виявлені кореляційні залежності та встановлено сильну тісну залежність. Так, коефіцієнт кореляції між урожайністю зерна та довжиною качана становив $r = 0,94$, кількістю рядів зерен – $r = 0,84$, масою зерна з одного качана – $r = 0,99$.

Вплив погодних умов і удобрення на окремі складові урожаю зерна кукурудзи

Варіант досліджу	Маса насіння з 1 качана, г		Кількість рядків на 1 качан, шт.		Кількість зерен /рядок, шт		Кількість зерен у качані, шт		Довжина качана, см		Маса 1000 зерен, г	
	Рік											
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Без добрив (контроль)	136,9	100,9	14,0	13,3	37,8	33,4	529,2	444,2	20,6	18,5	259	227
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	176,9	117,8	14,0	14,0	39,2	34,0	548,8	476,0	21,1	19,7	318	247
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	209,2	126,1	15,2	14,4	39,7	34,9	603,4	502,6	22,3	20,5	347	251
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	226,2	136,9	16,0	14,7	40,0	36,1	640,0	530,7	22,7	20,6	353	258
Гній 9 т	177,8	126,4	14,5	13,6	38,4	33,9	556,8	461,0	21,2	19,3	312	261
Гній 13,5 т	200,0	130,9	14,8	14,1	39,3	34,3	581,6	483,6	21,3	19,8	344	271
Гній 18 т	216,9	133,5	15,8	14,6	39,6	35,9	625,7	524,1	21,7	20,1	347	255
Гній 4,5 т + N _{22,5} P _{33,7} K ₁₈	178,5	120,7	14,4	13,8	39,2	34,3	564,5	473,3	21,6	19,6	316	255
Гній 9 т + N ₄₅ P ₄₅ K ₃₆	207,7	130,8	14,8	14,3	40,0	34,9	592,0	499,1	21,6	20,3	351	262
Гній 13,5 т + N _{67,5} P _{101,2} K ₅₄	221,5	141,5	15,8	14,9	39,4	35,7	622,5	531,9	21,7	20,5	356	266
НІР ₀₅	9,6	6,3	0,7	0,7	1,9	1,7	29,3	24,6	1,1	1,0	16,5	12,8
Середня за 2021–2022 рр.												
Без добрив (контроль)	118,9		13,7		35,6		486,7		19,6		243	
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	147,4		14,0		36,6		512,4		20,4		283	
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	167,7		14,8		37,3		553,0		21,4		299	
N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	181,6		15,4		38,1		585,3		21,7		306	
Гній 9 т	152,1		14,1		36,2		508,9		20,3		287	
Гній 13,5 т	165,5		14,5		36,8		532,6		20,6		308	
Гній 18 т	175,2		15,2		37,8		574,9		20,9		301	
Гній 4,5 т + N _{22,5} P _{33,7} K ₁₈	149,6		14,1		36,8		518,9		20,6		286	
Гній 9 т + N ₄₅ P ₄₅ K ₃₆	169,3		14,6		37,5		545,5		21,0		307	
Гній 13,5 т + N _{67,5} P _{101,2} K ₅₄	181,5		15,4		37,6		577,2		21,1		311	

Статистичним аналізом побудовані кореляційні поліноміальні моделі залежності між урожайністю кукурудзи і різними показниками її структури (рис. 4–7).

Проведеним моделюванням встановлено, що довжина качана гібриду кукурудзи істотно впливала на врожайність зерна. Максимальна врожайність у гібриду ДКС 3511 формується за довжини качана в межах 22–23 см.

Зв'язок між урожайністю зерна кукурудзи та кількістю рядів зерен характеризується коефіцієнтом кореляції +0,84, що відповідає тісному зв'язку (рис. 5).

Моделювання зв'язку між урожайністю зерна кукурудзи та масою зерна з одного качана дало змогу встановити другу за значимістю ознаку, що впливає на рівень продуктивності (після довжини качана). Коефіцієнт кореляції при цьому становив +0,99 (рис. 6).

Проведений аналіз одержаних експериментальних даних показав, що між показниками урожайності й масою 1000 зерен кукурудзи існує тісна залежність (рис. 7). Коефіцієнт кореляції при цьому становить 0,979.

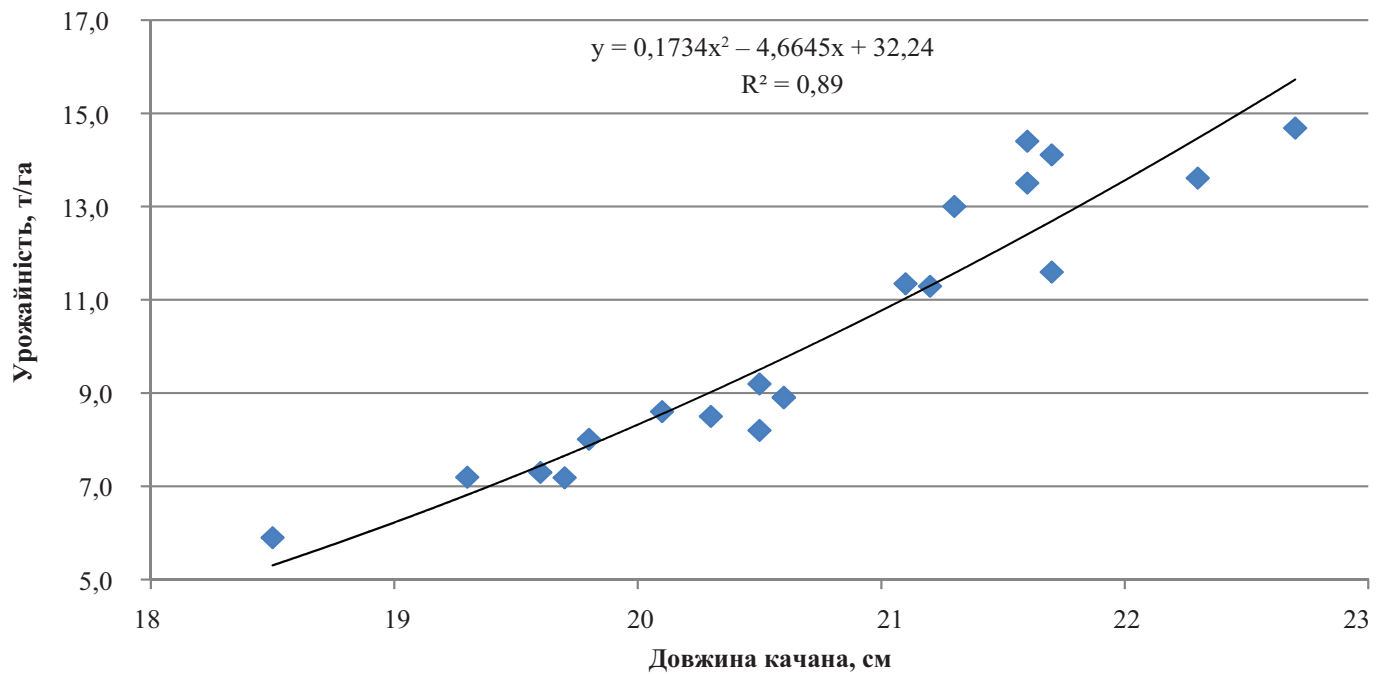


Рис. 4. Поліноміальна лінія тренду залежності довжини качана кукурудзи і врожайності зерна, 2021–2022 рр.

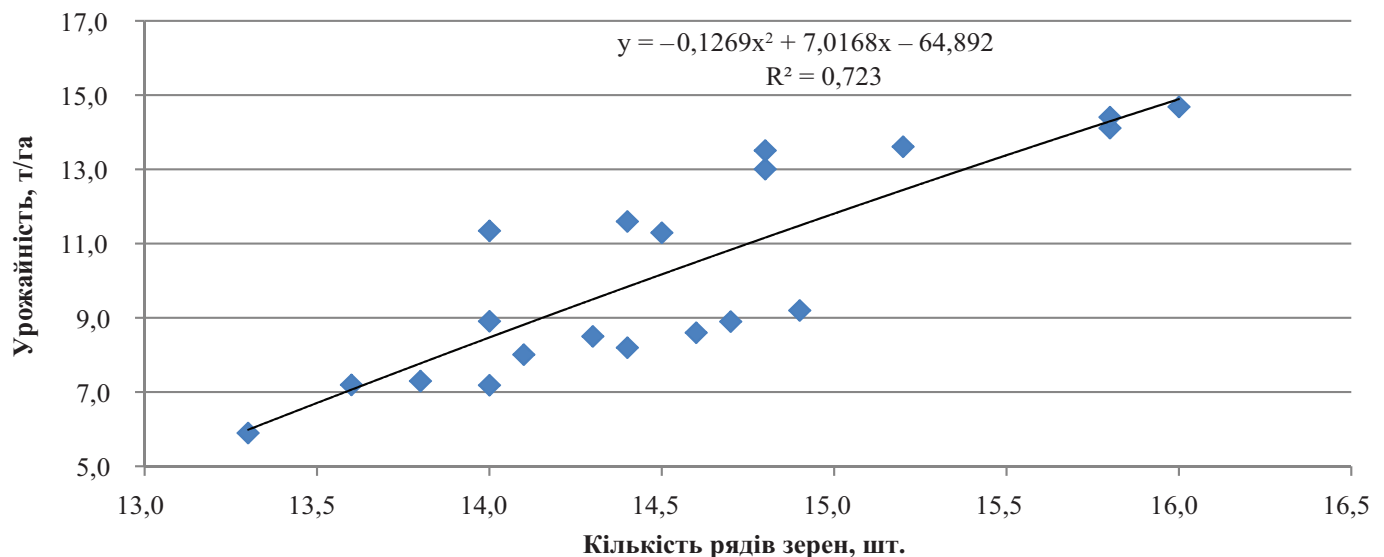


Рис. 5. Поліноміальна лінія тренду залежності кількості рядів зерен у качані кукурудзи і врожайності зерна, 2021–2022 рр.

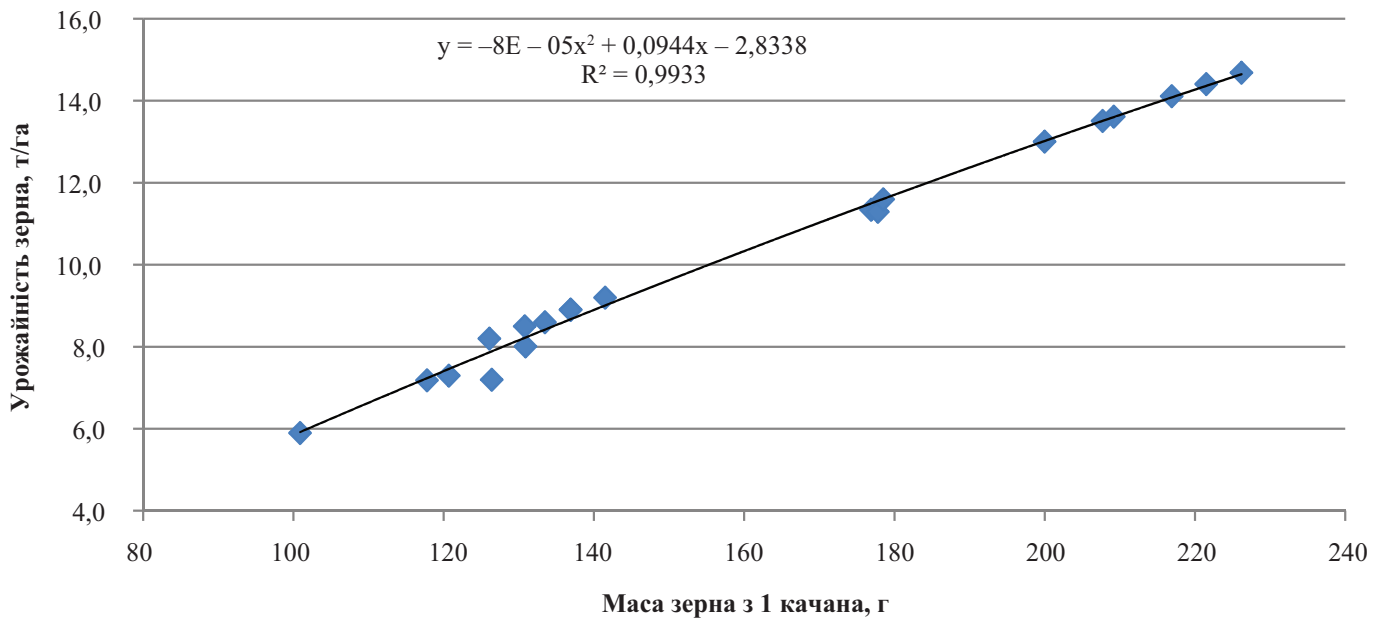


Рис. 6. Поліноміальна лінія тренду залежності маси зерна з качана кукурудзи і врожайності зерна, 2021–2022 рр.

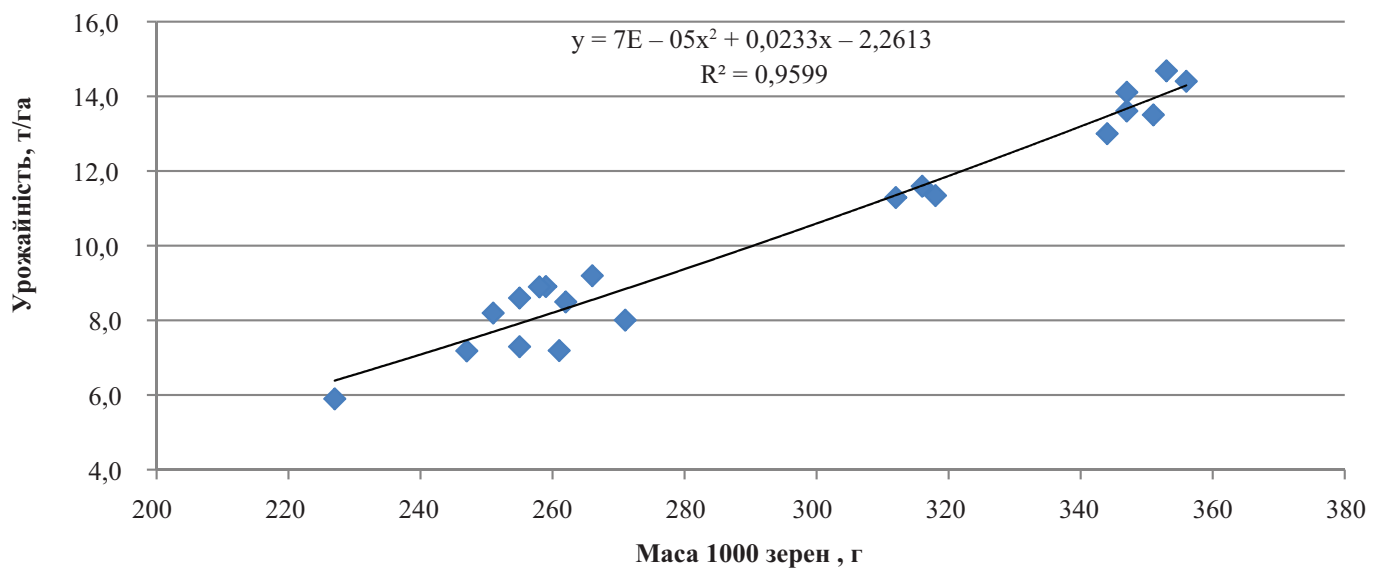


Рис. 7. Поліноміальна лінія тренду залежності маси 1000 зерен кукурудзи і врожайності, 2021–2022 рр.

Отже, виявлені закономірності формування окремих складових структури врожаю кукурудзи залежно від погодних умов і системи удобрення є підґрунтям для удосконалення технології вирощування цієї культури з метою оптимізації її рівня інтенсивності та ефективного використання матеріально-технічних і агрокліматичних ресурсів.

Висновки

Погодні умови та забезпечення рослин кращими умовами мінерального живлення для росту й розвитку зумовило підвищення врожайності кукурудзи

гібриду ДКС 3511 на 25–59%. Найвищий істотний приріст (4,4 т/га) було одержано за внесення $N_{200}P_{200}K_{200}$ за мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення (гній 13,5 т/га + $N_{67,5}P_{101,2}K_{54}$).

Виявлено, що за вирощування кукурудзи на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому Правобережного Лісостепу кількість качанів на рослині мало змінюється під дією досліджуваних чинників і є більш генетично обумовленою.

Мінливість ознаки «кількість зерен у качані» є середньою ($V=11\%$), а мінливість ознаки «довжина качана» та «кількість рядів на качані» є слабкою ($V = 5,0\%$). Натомість найбільше змінюється

маса зерна з качана ($V=25,3\%$) і маса 1000 зерен ($V=15,0\%$).

За аналізом кореляційних залежностей між показниками структури і врожайністю зерна кукурудзи

встановлено сильну тісноту зв'язків. Так, коефіцієнт кореляції між урожайністю зерна та довжиною качана становив $r = +0,94$, кількістю рядів зерен – $r = +0,84$, масою зерна з одного качана $r = +0,99$, масою 1000 зерен – $0,97$.

ЛІТЕРАТУРА

1. SAVEFOOD: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction. URL: <http://www.fao.org/save-food/en/> (дата звернення: 19.01.2023).
2. Гаврилук А. Валовий збір кукурудзи із 73% площ уже перевищив минулорічний. <https://agrotimes.ua/>. URL: <https://agrotimes.ua/agronomiya/valovyy-zbir-kukurudzy-iz-73-ploshh-uzhe-perevyshhyv-mynulorichnyj/> (дата звернення: 14.01.2023).
3. Польовий А. М., Костюкєвич Т. К., Толмачева А. В. та ін. Вплив кліматичних змін на формування продуктивності кукурудзи в Західному Лісостепу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. Вип. 1. С. 29–36. Doi: 10.31521/2313-092X/2021-1(109).
4. Deb, P., Shrestha, S., & Babel, M. S. Forecasting Climate Change Impacts and Evaluation of Adaptation Options for Maize Cropping in the Hilly Terrain of Himalayas: Sikkim, India. *Theoretical and Applied Climatology*. 2015. Vol. 121. P. 649–667. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00704-014-1262-4>.
5. Lin, Y., Feng, Z., Wu, W., Yang, Y., Zhou, Y., & Xu, C. (2017). Potential Impacts of Climate Change and Adaptation on Maize in Northeast China. *Agronomy Journal*, 109, 1476–1490. doi: <https://doi.org/10.2134/agronj2016.05.0275/>.
6. Wang, W., Dong, X., Lu, Y., Liu, X., Zhang, R., Li, M., Pu, X. Soil Water Balance and Water Use Efficiency of Rain-Fed Maize under a Cool Temperate Climate as Modeled by the AquaCrop. *Paper Presented at the MATEC Web of Conferences*. 2018. doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201824601059/>.
7. Basso, B., Cammarano, D., & Carfagna, E. Review of Crop Yield Forecasting Methods and Early Warning Systems. In Proceedings of the First Meeting of the Scientific Advisory Committee of the Global Strategy to Improve Agricultural and Rural Statistics. Rome, 2013. P. 15–31.
8. Костюкєвич Т.К., Толмачова А.В. Оцінка впливу зміни клімату на агрокліматичні умови вирощування кукурудзи в центральній частині України. Science. Innovation. Quality: 1st International Scientific-Practical Conference SIQ – 2020, December 17-18th, 2020: Book of Papers. Berdyansk : BSPU, 2020. P. 264–267.
9. Волощук І.П., Волощук І.С., Глива В.В., Пашак М.О. Погодні умови як чинник впливу на ріст і розвиток рослин кукурудзи в Західному Лісостепу України. *Sciences of Europe*. 2021. 71. С. 3–7.
10. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу Правобережного. Вінниця: ТОВ «Друк», 2020. 536 с.
11. Господаренко Г., Прокопчук І., Бойко В. Урожайність і якість зерна кукурудзи за різного удобрення в польовій сівозміні. *Вісник Львівського НАУ. Агрономія*. 2021. № 25. С. 142–145.
12. Господаренко Г.М., Любич В.В., Леонова К.П., Стоцький В.В. Вплив вапнування чорнозему опідзоленого та удобрення на врожайність кукурудзи. *Аграрні інновації*. 2022. №13. С. 35–39.
13. Аверчев О.В., Іванів М.О., Лавриненко Ю.О. Індекси врожайності та ефективної продуктивності у гібридів кукурудзи різних груп ФАО за різних способів поливу та вологозабезпеченості в посушливому степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 114. С. 3–12. doi: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.1>.
14. Кореляційні зв'язки динаміки вологості зерна при дозріванні гібридів кукурудзи з морфологічними та господарськими показниками в післяукісних посівах / Ю. О. Лавриненко, П. Н. Лазер, Д. Р. Йокич та ін. *Таврійський науковий вісник*. 2004. Вип. 30. С. 239–246.
15. Турчинова Н. П., Проскурнін М. В. Кореляційні зв'язки між кількісними ознаками у сортів ярого ячменю різних місць репродукції. *Селекція і насінництво*. Харків, 2004. № 89. С. 154–163.
16. Репілевський Д. Е., Іванів М. О. Структура врожаю гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від способів зрошення в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 119. С. 99–111. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.18>.
17. Козубенко Л. В., Гурьева И. А. Селекция кукурузы на раннеспелость. Харьков, 2000. 240 с.
18. Асанішвілі Н. М., Юла В. М., Шляхтурова С. П. Формування елементів структури врожаю

- кукурудзи під впливом технології вирощування в Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2020. Вип. 96. С. 663–676. DOI: 10.31395/2415-8240-2020-96-1-663-676.
19. ДСТУ ISO 4138:2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості : Видання офіційне. [Чинний від 2004-01-01]. Київ, 2003. 172 с.
 20. Волкодав В.В. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур / Волкодав В.В. К., 2000. 100 с.
 21. Агрометеорологічний огляд по території Черкаської області 2020–2021 сільськогосподарський рік. ДСНС України Черкаський обласний центр з гідрометеорології. Черкаси, 2021. 40 с.
 22. Агрометеорологічний огляд по території Черкаської області 2021–2022 сільськогосподарський рік. ДСНС України Черкаський обласний центр з гідрометеорології. Черкаси, 2022. 40 с.
 23. Пашенко Ю.М., Борисов В.М., Шишкіна О.Ю. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи: моногр. Дніпропетровськ: Арт-прес, 2009. 224 с.
 24. Бомба М., Дудар І., Литвин О. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від площі живлення. *Вісник Львівського нац. аграр. ун-ту. Серія «Агрономія»*. 2013. № 17 (2). С. 64–67.
 25. Marchenko T.Yu. Innovative elements of cultivation technology of corn hybrids of different FAO groups in the conditions of irrigation. *Natural sciences and modern technological solutions: knowledge integration in the XXI century: collective monograph*. Lviv ; Torun : Liha-Pres, 2019. P. 137–153.
 26. Мінливість складових елементів продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості за умов зрошення / Ю.О. Лавриненко, Т.Ю. Марченко, Р.А. Вожегова, Т.М. Хоменко. *Plant Varieties Studying and protection*. 2019. V. 15. № 3. С. 279–287.
 27. Капустін С. І., Ковтун М. В., Капустін А. С. та ін. Вплив строків сівби на урожайність кукурудзи, структурні показники рослин та її водоспоживання. *Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія: «Сільськогосподарські науки»*. 2009. № 11. С. 22–29.
 28. Циков В.С., Дудка М.І., Шевченко О.М., Носов С.С. Ефективність застосування макро- і мікродобрив при вирощуванні кукурудзи. *Зернові культури*. 2017. Т. 1. №1. С.75–79.

REFERENCES

1. Save Food. (n.d.). Global initiative on food loss and waste reduction. Retrieved from <http://www.fao.org/save-food/en/> (19.01.2023) [in English].
2. Havryliuk A. Valovyi zbir kukurudzy iz 73% plosch uzhe perevyschyv mynulorichnyi. [Havryliuk A. Gross harvest of corn from 73% of the area has already exceeded last years]. *Agrotimes*. Retrieved from <https://agrotimes.ua/agronomiya/valovyj-zbir-kukurudzy-iz-73-plosch-uzhe-perevyschyv-mynulorichnyi/> (14.01.2023) [in Ukrainian].
3. Polovyi, A.M., Kostiukievych, T.K., Tolmacheva, A.V. та ін. (2021). Vplyv klimatychnykh zmin na formuvannya produktyvnosti kukurudzy v Zakhidnomu Lisostepu Ukrainy. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomorja*, 1, 29–36. Doi: [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-1\(109\)](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-1(109)) [in Ukrainian].
4. Deb, P., Shrestha, S., & Babel, M. S. (2015). Forecasting Climate Change Impacts and Evaluation of Adaptation Options for Maize Cropping in the Hilly Terrain of Himalayas: Sikkim, India. *Theoretical and Applied Climatology*, 121, 649–667. <https://doi.org/10.1007/s00704-014-1262-4> [in English].
5. Lin, Y., Feng, Z., Wu, W., Yang, Y., Zhou, Y., & Xu, C. (2017). Potential Impacts of Climate Change and Adaptation on Maize in Northeast China. *Agronomy Journal*, 109, 1476–1490. doi :<https://doi.org/10.2134/agronj2016.05.0275> [in English].
6. Wang, W., Dong, X., Lu, Y., Liu, X., Zhang, R., Li, M., & Pu, X. (2018). Soil Water Balance and Water Use Efficiency of Rain-Fed Maize under a Cool Temperate Climate as Modeled by the AquaCrop. Paper presented at the MATEC Web of Conferences. doi : <https://doi.org/10.1051/mateconf/201824601059> [in English].
7. Basso, B., Cammarano, D., & Carfagna, E. (2013). Review of Crop Yield Forecasting Methods and Early Warning Systems. In *Proceedings of the First Meeting of the Scientific Advisory Committee of the Global Strategy to Improve Agricultural and Rural Statistics* (pp. 15–31) [in English].
8. Kostiukievych, T.K., & Tolmachova, A.V. (2020). Otsinka vplyvu zminy klimatu na ahroklimatychni umovy vyroshchuvannya kukurudzy v tsentralnii chastyni Ukrainy. *Science. Innovation. Quality: 1st International Scientific-Practical Conference SIQ – 2020, December 17-18th, 2020: Book of Papers*, 264–267. Berdyansk: BSPU [in Ukrainian].
9. Voloshchuk, I.P., Voloshchuk, I.S., Hlyva, V.V., & Pashchak, M.O. (2021). Pohodni umovy yak chynnyk vplyvu na rist i rozvytok roslyn kukurudzy v

- zakhidnomu Lisostepu Ukrainy. *Sciences of Europe*, 71, 3–7 [in Ukrainian].
10. Palamarchuk, V.D., Didur, I.M., Kolisnyk, O.M., & Aliksieiev, O.O. (2020). Aspekty suchasnoi tekhnolohii vyroshchuvannia vysokokrokhmalnoi kukurudzy v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho. Vinnytsia: TOV "Druk". (536 s.) [in Ukrainian].
 11. Hospodarenko, H., Prokopchuk, I., & Boiko, V. (2021). Urozhainist i yakist zerna kukurudzy za riznoho udobrennia v polovii sivozmini. *Visnyk Lvivskoho NAU. Ahronomiia*, 25, 142–145 [in Ukrainian].
 12. Hospodarenko, H.M., Liubych, V.V., Leonova, K.P., & Stotskyi, V.V. (2022). Vplyv vapnuvannia chornozemu opidzolenoho ta udobrennia na vrozhainist kukurudzy. *Ahrarni innovatsii*, 13, 35–39 [in Ukrainian].
 13. Averchev, O. V., Ivaniv, M. O., & Lavrynenko, Yu. O. (2020). Indeksy vrozhainosti ta efektyvnoi produktyvnosti u hibrydiv kukurudzy riznykh hrup FAO za riznykh sposobiv polyvu ta volohozabezpechenosti v posushlyvomu stepu Ukrainy. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 114, 3–12. Doi: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.1> [in Ukrainian].
 14. Lavrynenko, Yu. O., Lazer, P. N., Yokych, D. R. ta in. (2004). Koreliatsiini zv'iazky dynamiky volohosti zerna pry dozrivanni hibrydiv kukurudzy z morfolohichnymy ta hospodarskymy pokaznykamy v pisliaukisnykh posivakh. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 30, 239–246 [in Ukrainian].
 15. Turchynova, N. P., & Proskurnin, M. V. (2004). Koreliatsiini zv'iazky mizh kilkisnymy oznakamy u sortiv yarocho yachmeniu riznykh mists reproduktsii. *Selektsiia i nasinnytstvo*, (89), 154–163 [in Ukrainian].
 16. Repilevskyi, D. E., & Ivaniv, M. O. (2021). Struktura vrozhaiu hibrydiv kukurudzy riznykh hrup FAO zalezno vid sposobiv zroshennia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 119, 99–111. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.18> [in Ukrainian].
 17. Kozubenko, L. V., & Guryeva, I. A. (2000). Seleksiya kukuruzy na rannespelost' [Selection of early-maturing corn]. UAAN, Instytut rasteniievodstva im. V. Ya. Yur'eva. (240 p.) [in Ukrainian].
 18. Asanishvili, N. M., Yula, V. M., & Shliakhturova, S. P. (2020). Formuvannia elementiv struktury vrozhaiu kukurudzy pid vplyvom tekhnolohii vyroshchuvannia v Lisostepu. *Zbirnyk naukovykh prats Umansko-ho NUS*, 96, 663–676. DOI: 10.31395/2415-8240-2020-96-1-663-676 [in Ukrainian].
 19. Derzhavnyi standart Ukrainy (2003). DSTU ISO 4138:2002. Nasynna silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennya yakosti: Vydannya ofitsiine. [Chynnyi vid 2004-01-01]. Kyiv, Ukraina: Derzhavnyi komitet Ukrainy z pytan tekhnichnoho rehuliuvannia ta spozhyvchoi polityky, 172 s. [in Ukrainian].
 20. Volkodav, V. V. (2000). Metodyka derzhavnogo sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur. Derzhavna komisiia Ukrainy po vyprobuvanniu ta okhoroni sortiv roslyn. Vypusk 1: Zahalna chastyna. Kyiv, Ukraine: Vydavnytstvo Derzhavnoi sluzhby Ukrainy z pytan heodezii, kartohrafi i kadastru. 100 s. [in Ukrainian].
 21. DSNS Ukrainy Cherkaskyi oblasnyi tsentr z hidrometeorolohii (2021). Ahrometeorolohichniy ohliad po terytorii Cherkaskoi oblasti 2020–2021 silskohospodarskyi rik. Cherkasy: vydavnytstvo ne zaznachenno. 40 s. [in Ukrainian].
 22. DSNS Ukrainy Cherkaskyi oblasnyi tsentr z hidrometeorolohii. (2021). Ahrometeorolohichniy ohliad po terytorii Cherkaskoi oblasti 2021–2022 silskohospodarskyi rik. Cherkasy: vydavnytstvo ne zaznachenno. 40 s. [in Ukrainian].
 23. Pashchenko, Yu.M., Borysov, V.M., & Shyshkina, O.Yu. (2009). Adaptivni i resursozberezhni tekhnolohii vyroshchuvannia hibrydiv kukurudzy: monohrafiia. Dnipropetrovsk: Art-pres. 224 s. [in Ukrainian].
 24. Bomba, M., Dudar, I., & Lytvyn, O. (2013). Produktyvnist hibrydiv kukurudzy zalezno vid ploshchi zhyvlennia. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia «Ahronomiia»*, 17(2), 64–67 [in Ukrainian].
 25. Marchenko, T.Yu. (2019). Innovative elements of cultivation technology of corn hybrids of different FAO groups in the conditions of irrigation. Natural sciences and modern technological solutions: knowledge integration in the XXI century (pp. 137–153). Lviv; Torun: Liha-Pres [in English].
 26. Lavrynenko, Yu.O., Marchenko, T.Yu., Vozhehova, R.A., & Khomenko, T.M. (2019). Minlyvist skladovykh elementiv produktyvnosti hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti za umov zroshennia. *Plant Varieties Studying and Protection*, 15(3), 279–287 [in Ukrainian].
 27. Kapustin, S.I., Kovtun, M.V., Kapustin, A.S., ta in. (2009). Vplyv strokiv sivby na urozhainist kukurudzy, strukturni pokaznyky roslyn ta yii vodospozhyvannia. *Naukovyi visnyk Luhanskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriiia: "Silskohospodarski nauky"*, (11), 22–29 [in Ukrainian].
 28. Tsikov, V.S., Dudka, M.I., Shevchenko, O.M., & Nosov, S. S. (2017). Efektyvnist zastosuvannia makro- i mikrodozovykh pry vyroshchuvanni kukurudzy [Efficiency of using macro- and microfertilizers in growing corn]. *Zernovi kultury – Grain crops*, 1(1), 75–79 [in Ukrainian].

Hospodarenko H.M., Chernov O.D., Lyubich V.V., Sadovskyi I.S.

Structure of maize yield depending on the fertilizer system in the conditions of the Right-Bank Forest Steppe

Aim. *the research was to determine the manifestation of the influence of individual components of the corn crop structure on the formation of grain yield under the influence of weather conditions and fertilization systems.*

Methods. *The research was carried out in a long-term stationary experiment of the Department of Agrochemistry and Soil Science of the Uman National University of Horticulture on podzolized heavy loam chernozem. The mass of 1000 grains was determined according to DSTU 4138-2000. Analysis of the structure of the harvest according to the "Methodology of the state variety testing of agricultural crops".*

Results. *As a result of the conducted research, it was found that the yield of corn increased by 25–39% under the mineral fertilization system, 25–53% organic, and 28–59% organic-mineral, depending on the doses of fertilizers. The dependences of the fertilization system on the indicators of the structure of the corn crop are clarified and those that change the most under the influence of the factors of intensification of the cultivation technology are singled out. Under the influence of fertilizer, the biometric parameters of the cob increased by 4–10%, and the number of grain rows increased by 0,3–1,7 pieces. The variability of these signs was weak ($V = 5\%$). The number of grains in a cob significantly increased under the influence of fertilizer – by 5–20% with the average variability of the trait – $V = 11\%$. The mass of grain from the cob varied reliably depending on weather conditions and fertilizer doses in the range from 100,9 to 226,2 g with a very high coefficient of variation – 25,3%. **Conclusions.** Correlational dependences were revealed and a strong closeness between structure indicators and corn grain yield was established. It was established that the correlation coefficient between grain yield and cob length was $r = 0,94$, the number of grain rows – $r = 0,84$, and the weight of grain from one cob – $r = 0,99$. The obtained data can be used to optimize the fertilization system and the structure of corn crops in the Right Bank Forest Steppe depending on weather conditions.*

Key words: *hybrid DKS 3511, weather conditions, chernozem podzolized, fertilization systems, grain yield, correlation dependences.*

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Господаренко Г.М., доктор с.-г. наук, професор кафедри агрохімії і ґрунтознавства, Уманський національний університет садівництва, e-mail: hospodarenko@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6495-2647.

Черно О.Д., кандидат с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри агрохімії і ґрунтознавства, Уманський національний університет садівництва, e-mail: o.chernov@ukr.net, ORCID: 0000-0001-5021-9340.

Hospodarenko H.M., Doctor of Agricultural Sciences, Sciences, professor of the Department of Agrochemistry and soil science, the Uman National University of Horticulture, e-mail: hospodarenko@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6495-2647.

Chernov O.D., Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, head of the Department of Agrochemistry and Soil science, the Uman National University of Horticulture, e-mail: o.chernov@ukr.net, ORCID: 0000-0001-5021-9340.

Любич В.В., доктор с.-г. наук, професор кафедри харчових технологій, Уманський національний університет садівництва, e-mail: lyubichv@gmail.com, ORCID : 0000-0003-4100-9063.

Садовський І.С., викладач кафедри агрохімії і ґрунтознавства, Уманський національний університет садівництва, e-mail: ihor.sadovskyi@ukr.net, ORCID: 0000-0003-3914-2834.

Lyubich V.V., Doctor of Agricultural Sciences, professor the Department of Food Technologies, the Uman National University of Horticulture, e-mail: lyubichv@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4100-9063.

Sadovskyi I.S., teacher at the Department of Agrochemistry and Soil Science, the Uman National University of Horticulture, e-mail: ihor.sadovskyi@ukr.net, ORCID: 0000-0003-3914-2834.

Надійшла 10.03.2023