

УДК 633.15:631.55: 631.82

Морфологічна мінливість формування качанів кукурудзи за впливу мінерального живлення рослин

 Я. А. Приндюк,  В. А. Мокрієнко*

Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна, *e-mail: mokrienko@ukr.net

Мета. Установити вплив стану рослин кукурудзи на ранніх періодах росту й розвитку на формування показника кількості рядів зерен у качані в умовах Лісостепу України. **Методи.** Дослідження проводили протягом 2017–2019 рр. у стаціонарному досліді кафедри рослинництва ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» (Київська обл.). Схема досліді трихфакторна: фактор А – гібриди різних груп стиглості: 'Сплендіс', 'ЕС Конкорд', 'MAS 36 А' та 'Р8816'; фактор В – удобрення: N₁₃₄P₈₅K₈₅; N₁₆₁P₁₀₅K₁₀₅ та N₁₈₈P₁₂₅K₁₂₅; фактор С – норма висіву насіння: 75, 80 та 85 тис. шт./га. **Результати.** Тривалість вегетаційного періоду гібридів кукурудзи (від появи сходів до повної стиглості) варіювала від 103 до 114 діб залежно від погодних умов. Період від сівби до появи сходів становив від 9 до 13 діб. Від повних сходів до формування 3–5 листків у 2017 році тривалість становила 10 діб, у 2018 та 2019 рр. – по 13. Міжфазний період «3–5 листків – 7 листків» у 2017 році тривав 12 діб, у 2018 та 2019 рр. – по 14. Період «7 листків – 14 листків» становив у середньому 15 діб, повторюючи тенденцію попередніх фаз. Тривалість міжфазного періоду «14 листків – початок цвітіння» варіювала: у 2017 році – 12, у 2018-му – 15, а у 2019-му – 13 діб. Від початку цвітіння до молочної стиглості гібридам у середньому потрібно було 18–20 діб, а дозрівання зерна тривало 21–22 доби. Установлено взаємозв'язок між погодними умовами у міжфазний період «3–5 листків – 7 листків» та формування кількості рядів зерен у качані. У посушливому 2017 році деякі гібриди кукурудзи формували достовірно меншу кількість рядів, тоді як у більш вологозабезпечених 2018 та 2019 рр. цей показник зріс у середньому на 0,56–0,70 шт. Оптимальні умови для формування найбільшої кількості рядів зерен були відзначені у 2018 р. (15,9–16,6 шт.). **Висновки.** Тривалість вегетації та формування генеративних органів у гібридів кукурудзи суттєво залежать від погодних умов, особливо в критичну фазу розвитку «3–7 листків». Виявлений взаємозв'язок між кліматичними чинниками й кількістю рядів зерен у качані створює підґрунтя для прогнозування врожайності та оптимізації агротехнічних заходів. Отримані результати можуть бути використані у виробничій практиці для добору гібридів залежно від кліматичних умов регіону, визначення оптимальної норми висіву та раціонального управління вологозабезпеченням із метою досягнення максимальної продуктивності культури.

Ключові слова: гібриди; удобрення; норма висіву; міжфазний період; кількість рядів зерен у качані.

Вступ

Зростання валового виробництва зерна кукурудзи є одним із пріоритетних завдань аграрного сектору України. Культура посідає важливе місце у структурі рослинництва, проте її потенційна продуктивність реалізується не в повному обсязі [1]. Отримання стабільних і високих врожаїв стримується низкою чинників, зокрема недостатньою адаптованістю гібридів до специфічних погодних і виробничих умов, порушенням оптимального гібридного складу та недотриманням технології вирощування [1, 2]. Сучасні тенденції зміни погодно-кліматичних умов зумовлюють необхідність удосконалення технологій вирощування кукурудзи відповідно до зональних особливостей. Актуальним залишається питання оптимізації системи удобрення, зокрема норм внесення добрив [3]. Важливим складником технології є також добір гібридів за групою стиглості та рівнем продуктивності з урахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних умов [4].

Зміна клімату, за прогнозами, зумовить зниження врожайності сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи [5]. Дедалі частіше відмічаються тривалі періоди посухи, які негативно

впливають на тривалість та перебіг фенологічних фаз росту й розвитку рослин [6]. В умовах дефіциту ефективних температур на початку вегетації особливого значення набуває адаптація кукурудзи, що забезпечує продовження нормального росту й розвитку рослин та повніше використання агрокліматичних ресурсів [6, 7]. Для мінімізації ризиків виробники мають формувати набір гібридів різних груп стиглості: інтенсивного типу – для отримання високих урожаїв за умов підвищеного агрофону; середньопластичних – із широким діапазоном адаптивних властивостей, придатних для полів із нестабільним агрофоном, а також гібридів із високою стабільністю, здатних забезпечити врожайність за дії мінливих метеорологічних чинників на ґрунтах із низькою родючістю [8–10].

Під час вибору гібридів необхідно враховувати специфіку кожного поля, що зумовлюється різною родючістю ґрунтів, попередниками, рівнем вологозабезпечення. Відповідно гібриди мають відрізнятися за скоростиглістю, типом зерна, оптимальною густотою стояння, чутливістю до удобрення та стійкістю проти ураження збудниками хвороб [11–13]. Важливо зазначити, що навіть у зонах, придатних для вирощування гібридів із високим ФАО, доцільно використовувати гібриди з різними значеннями цього показника. Такий підхід мінімізує ризики недобору врожаю, пов'язані з дією несприятливих погодних умов, а також дає можливість оптимізувати строки сівби та збирання зерна [14]. Результати досліджень підтверджують ефективність добору гібридів за групами стиглості, найбільш відповідними до конкретних ґрунтово-кліматичних умов, зокрема ранньостиглої (ФАО 100–199) та середньоранньої (ФАО 200–299) [15].

Саме добривам належить основна роль у підвищенні врожайності кукурудзи порівняно з іншими агротехнічними заходами [16, 17]. Розроблення та освоєння раціональної системи удобрення з урахуванням природної родючості, меліоративного стану ґрунтів, кліматичних, виробничих умов є важливим етапом формування всієї технології її вирощування [18].

У практиці застосування мінеральних добрив дедалі частіше виявляється небажаний ефект: із підвищенням норм внесення знижується їх окупність урожаєм зерна, водночас витрати окремих видів добрив на одиницю продукції зростають [19]. За таких умов особливого значення набуває правильний добір гібридів, що забезпечує вищу ефективність використання мінеральних добрив у поєднанні з рівнем природної родючості ґрунту [20]. Отже, це питання потребує подальшого вивчення з метою встановлення оптимальних параметрів вирощування, які дадуть змогу отримувати високі врожаї зерна кукурудзи за різних погодних умов у роки досліджень.

Мета досліджень – установити вплив стану рослин кукурудзи на ранніх періодах росту й розвитку на формування показника кількості рядів зерен у качані в умовах Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень

Польові дослідження проводили протягом 2017–2019 рр. у стаціонарному досліді кафедри рослинництва ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» (с. Пшеничне Васильківський р-н Київська обл.), що знаходиться у зоні Лісостепу.

Ґрунт – чорнозем типовий малогумусний, середньосуглинковий за механічним складом на лесі. Потужність гумусового горизонту – 25–30 см.

У досліді вивчали гібриди (фактор А): 'Сплендіс' (ФАО 250), 'ЕС Конкорд' (ФАО 250), 'MAS 36 A' (ФАО 300) та 'P8816' (ФАО 300); удобрення (фактор В): $N_{134}P_{85}K_{85}$; $N_{161}P_{105}K_{105}$ та $N_{188}P_{125}K_{125}$; норма висіву насіння, тис. шт./га (фактор С): 75, 80 та 85.

Клімат Лісостепу помірно континентальний, який обумовлюється теплими, сніжними зимами та помірним вологозабезпеченням влітку. Але погодні умови останніх років різко різняться та характеризуються більш теплим та подовженим вегетаційним періодом в порівнянні з минулими десятиріччям. Спостерігається зростання середньодобової температури повітря з невагомою кількістю опадів, які надходять у вигляді злив або зовсім відсутні. Загалом кліматичні умови 2017–2019 рр. були придатними для росту й розвитку кукурудзи, хоча у 2017 році спостерігався лімітуючий фактор – вологість, що зрештою вплинуло на продуктивність гібридів кукурудзи.

Результати досліджень

Тривалість вегетації гібридів кукурудзи залежала від погодно-кліматичних умов конкретного року вирощування, тому від появи сходів до повної стиглості потребувалося від 103 до 114 діб (табл. 1).

Таблиця 1

Тривалість міжфазних періодів кукурудзи, діб

Міжфазний період	Роки спостережень			Середнє за 2017–2018	Середнє квадратичне відхилення
	2017	2018	2019		
Сівба – повні сходи	9	11	13	11	2,0
Повні сходи – 3–5 листків	10	13	13	12	1,7
3–5 листків – 7 листків	12	14	14	13	1,2
7 листків – 14 листків	14	16	16	15	1,2
14 листків – цвітіння початку	12	15	13	13	1,5
Цвітіння початку – молочна стиглість	18	18	20	19	1,2
Молочна стиглість – воскова стиглість	16	16	14	15	1,2
Воскова стиглість – повна стиглість	21	22	21	21	0,6
Сходи – цвітіння	48	58	56	54	5,3
Період вегетації загалом	103	114	111	109	5,7

Примітка. Результати представлені за спостереженням на гібриді 'Р8816' (300), густота стояння 80 тис. рослин/га, варіант системи удобрення N₁₆₁P₁₀₅K₁₀₅.

Оскільки досліджувані гібриди належать до середньоранньої групи (ФАО 201–300), а різниця в числі ФАО всього 50 одиниць, то в таблиці наведено результати фенологічних спостережень лише за гібридом 'Р8816' (300). Різниця в тривалості окремих міжфазних періодів між досліджуваними гібридами щороку була неістотною, тому наведені дані можна інтерпретувати на всі гібриди.

Установлено, що від сівби до появи сходів досліджуваним гібридам потребувалося від 9 до 13 діб залежно від температурного режиму та дати сівби. У 2017 році сівбу проводили 3 травня (пізніше, ніж традиційно), а наростання середньодобових температур було різким. У 2018 та 2019 роках сівбу проводили відповідно 25 та 26 квітня, а середньодобова температура під час проростання була стабільною та нижчою, ніж у перший рік досліджень, тому сходи з'являлися пізніше.

Період від повних сходів до формування 3–5 листків у перший рік становив 10 діб, а наступні роки по 13. Тривалість цього періоду також має істотну залежність від температурного режиму, а також є визначальною відносно до формування кількості вузлів, міжвузлів та листків, а як наслідок формування фотосинтетичної поверхні рослини та часу настання генеративних фаз розвитку.

Тривалість міжфазного періоду «3–5 листків – 7 листків» становила у 2017 році 12 діб, а у два наступних – по 14, тобто істотно різнилася. Вказаний період є важливим у зв'язку із формуванням показника «кількість рядів зерен у качані», тому чим довше він триває, тим вищий потенціал урожайності формуватимуть гібриди. Ця теза є справедливою, і підтверджується зокрема нашими дослідженнями, бо у 2017 році деякі гібриди кукурудзи формували суттєво менше рядів зерен у качані.

Кількість рядів зерен у качані генетично обумовлена, завжди парна, у різних гібридів становить від 8 до 16 (частіше 12–14) і не залежить від умов вирощування. Меристематичний купол на верхівці качана свідчить про те, що нові ряди насінневих бруньок продовжують утворюватися. На верхній частині качана (2/3 його довжини) видно розвиток непарних рядів насінневих бруньок. Із часом вони діляться і таким чином з кожного ряду утворюється два. Парні ряди видно в основі качана. Такий поділ пояснює, чому качани кукурудзи завжди мають парну кількість рядів [20].

Закладання максимальної кількості рядів зерен є критичним періодом розвитку кукурудзи. Якщо певна лінія кукурудзи зазвичай має 16–18 рядів зерен, а в окремому качані сформована менша кількість рядів – це означає присутність більшого чи меншого стресу на певній стадії розвитку. Зокрема, якщо качан має тільки 12 рядів зерен, а не звичайні 16, рослина відчувала стрес приблизно на стадії V7. Ця інформація дає змогу встановити проміжок часу, впродовж якого слід шукати чинники, що негативно вплинули на формування качана [20].

Кількість рядів у качані залежала від морфологічних ознак гібридів кукурудзи і найбільшою була у гібрида 'Сплендіс' – у середньому 15,9. Дещо поступався йому за цим показником гібрид 'Р8816' (15,6 ряда) (табл. 2).

У гібридів середньоранньої групи кількість рядів у качані відрізнялася незначно – 15,6–15,9. Якщо порівняти з гібридами середньостиглої групи, то кількість рядів була в межах 15,4–15,6.

Більшою мірою особливості закладання рядів зерен на качані пов'язані з кліматичними умовами. Зокрема ліпші за вологозабезпеченням умови 2018 та 2019 рр. сприяли збільшенню кількості рядів

зерен у середньому на 0,56–0,70 шт., порівняно з більш посушливим 2017 роком. Проведені дослідження дали змогу встановити оптимальні умови для найбільшої кількості рядів у качані, які спостерігали у 2018 році та становила 15,9–16,6.

Таблиця 2

Середнє значення кількості рядів зерен у качані кукурудзи, шт.

Гібрид (А)	Норма добрив (В)	Норма висіву, тис. сх. насінин/га (С)	Рік досліджень			Середнє
			2017	2018	2019	
‘Сплендіс’	N ₁₃₄ P ₈₅ K ₈₅	75	14,4	14,3	15,7	14,8
		80	14,3	14,6	15,2	14,7
		85	14,0	14,4	14,2	14,2
	N ₁₆₁ P ₁₀₅ K ₁₀₅	75	15,0	16,5	16,3	15,9
		80	14,9	15,5	15,6	15,3
		85	14,6	15,2	15,4	15,1
	N ₁₈₈ P ₁₂₅ K ₁₂₅	75	15,2	16,6	15,7	15,8
		80	14,8	15,6	15,9	15,4
		85	14,4	15,7	15,3	15,1
‘ЄС Конкорд’	N ₁₃₄ P ₈₅ K ₈₅	75	13,9	15,6	14,1	14,5
		80	14,3	14,5	15,2	14,7
		85	14,0	14,3	14,7	14,3
	N ₁₆₁ P ₁₀₅ K ₁₀₅	75	14,5	15,2	15,5	15,1
		80	14,2	15,1	15,6	15,0
		85	14,3	14,6	14,9	14,6
	N ₁₈₈ P ₁₂₅ K ₁₂₅	75	14,9	16,6	15,2	15,6
		80	15,1	15,8	15,6	15,5
		85	14,8	14,6	14,9	14,8
‘MAS 36.A’	N ₁₃₄ P ₈₅ K ₈₅	75	15,0	15,8	15,3	15,4
		80	15,2	15,7	14,9	15,3
		85	14,6	15,2	14,6	14,8
	N ₁₆₁ P ₁₀₅ K ₁₀₅	75	14,4	15,7	15,6	15,2
		80	14,8	15,6	15,8	15,4
		85	14,2	15,3	15,3	14,9
	N ₁₈₈ P ₁₂₅ K ₁₂₅	75	14,6	15,6	15,9	15,4
		80	14,6	15,6	16,1	15,4
		85	14,1	15,3	14,3	14,6
‘P8816 (300)’	N ₁₃₄ P ₈₅ K ₈₅	75	15,2	15,9	15,2	15,4
		80	15,6	15,4	15,1	15,4
		85	15,1	15,1	14,8	15,0
	N ₁₆₁ P ₁₀₅ K ₁₀₅	75	15,1	15,9	15,7	15,6
		80	15,2	15,2	15,6	15,3
		85	14,6	15,3	14,2	14,7
	N ₁₈₈ P ₁₂₅ K ₁₂₅	75	15,3	16,2	15,2	15,6
		80	14,6	14,9	15,3	14,9
		85	14,7	15,2	14,7	14,9
HIP _{0,05} заг			0,45			

Пелюсткові діаграми залежності середнього значення кількості рядів зерен у качані від досліджуваних факторів наочно показують різницю у формуванні цього показника в різних гібридів (рисунок). Оскільки в кукурудзи формується лише парна кількість рядів, а досліджуваних гібридів їх 14 або 16, значно рідше – 18, то дробне збільшення кількості рядів зерен вказує на зростання частки початків із 16-ми рядами зерен.

Оскільки кількість рядів зерен у качані закладається в період формування 5–7 листка, то вплив міжвидової конкуренції за фактори життя вже починає проявлятися, але як видно з представлених діаграм помітне зменшення кількості рядів зерен у кукурудзи відбувається за норми висіву 85 тис. насінин/га, тоді як за норми 75 та 80 тис. кількість рядів зерен (а точніше співвідношення початків з 14 і 16 рядами зерен) перебуває в межах похибки.

Слід відмітити, що гібриди мали різну реакцію на норму добрив. Гібрид 'Сплендіс' істотно збільшував кількість початків при внесенні N₁₆₁P₁₀₅K₁₀₅ і N₁₈₈P₁₂₅K₁₂₅ порівняно з N₁₃₄P₈₅K₈₅, а відсутність між варіантами з високими нормами може вказувати на генетичні обмеження цього гібрида у формуванні качанів з кількістю рядів, більшою ніж 16. Кількість рядів зерен у качані в

посівах 'ЄС Конкорд' зростала поступово зі збільшенням норми, хоча і в загальному цей показник був нижчий, ніж в гібрида 'Сплендіс'.

Гібриди 'MAS 36.A' та 'P8816' суттєво не різнилися між собою при формуванні початків з різною кількістю рядів, проте P8816 за норми добрив $N_{188}P_{125}K_{125}$ та нормі висіву 80 тис. насінин/га мав аномальну реакцію у зменшенні частки початків з 16 рядами зерен.

Період від формування сьомого листка до формування чотирнадцятого становив у середньому 15 діб з повторенням тенденції попередніх фаз. На початку цього періоду розпочинається формування органів квіток у початку, а також визначається максимальна кількість зерен у ряду, а отже потенціал насінневої продуктивності за кількістю зерен у качані. Загалом менша тривалість цього періоду свідчить про швидке завершення цього процесу, а як наслідок формування нижчого потенціалу продуктивності початку, втім загальна продуктивність рослини може зростати при достатній кількості ресурсів, що індукуватиме розвиток додаткового початку. Втім, у реальних умовах проведення дослідження при заданій густоті стояння формування додаткового початку було скоріше винятком, тому тривалість вказаного міжфазного періоду є визначальною відносно формування потенціалу продуктивності початку. Скорочення тривалості цієї фази також впливало на формування асиміляційної поверхні рослин, тому у 2017 році площа листа була істотно нижчою, ніж у наступні.

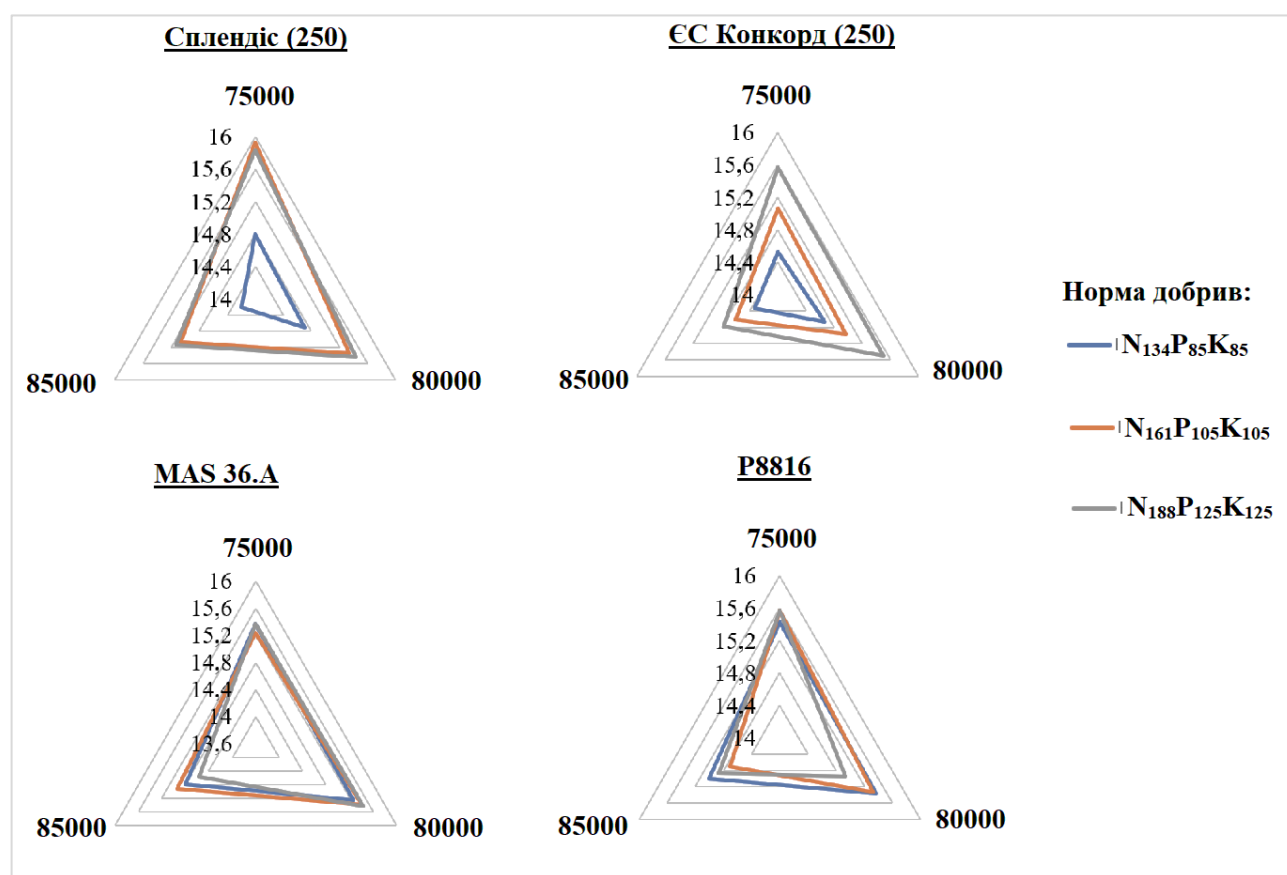


Рис. Пелюсткові діаграми залежності середнього значення кількості рядів зерен у качані від густоти стояння (норми висіву) та системи удобрення

Тривалість міжфазного періоду «14 листків – цвітіння початку» істотно різнилася в роки досліджень. У 2017 році вона становила 12, у 2018-му – 15, а у 2019 – 13 діб. Істотна різниця між показниками 2018 року та суміжними роками пов'язана з формуванням у середньому більшої кількості листків на рослинах, як наслідку відмітності температурного режиму на ранніх етапах, що було сприятливим для формування додаткових вузлів та міжвузлів у рослин.

Від цвітіння початку до молочної стиглості всім гібридам у середньому потребувалося 18–20 діб залежно від умов року. Тривалість цієї фази у 2019 році суттєво зростала внаслідок зниження середньодобової температури до 17 °C протягом декади, і як наслідок зернівка після запліднення формувалася повільніше. Період від молочної до воскової стиглості навпаки, у всіх гібридів у 2019 році в середньому скорочувався на 2 доби порівняно з попередніми.

Дозрівання зерна кукурудзи тривало в середньому 21–22 доби, оскільки умови у всі роки досліджень у цей період були подібними – жарка погода з мінімальною кількістю опадів.

Загалом тривалість генеративного періоду розвитку (цвітіння початку – повна стиглість) у роки досліджень суттєво не різнилася, тоді як на вегетативний (повні сходи – цвітіння) впливав комплекс погодно-кліматичних умов. Найменша тривалість вегетативного періоду була у 2017 році – 48 діб, тоді як в 2018 та 2019 відповідно 58 та 56 діб. Оскільки в 2017 році за цей період випало суттєво менше опадів, то можна припустити, що фактор вологозабезпечення мав істотний вплив на перебіг окремих міжфазних періодів та формування певних елементів структури врожаю.

Висновки

Тривалість вегетації гібридів кукурудзи залежала від погодно-кліматичних умов, тому від появи сходів до повної стиглості потребувалося від 103 до 114 діб. Установлено, що від сівби до появи сходів досліджувані гібриди потребували від 9 до 13 діб залежно від температурного режиму та дати сівби. Період від повних сходів до формування 3–5 листків у 2017 році становив 10 діб, а наступні 2018 та 2019 роки по 13 діб. Тривалість міжфазного періоду «3–5 листків – 7 листків» становила у 2017 році 12 діб, а у 2018 та 2019 роках – по 14, тобто істотно різнилася. Період від формування сьомого листка до чотирнадцятого становив у середньому 15 діб з повторенням тенденції попередніх фаз. Тривалість міжфазного періоду «14 листків – цвітіння початку» істотно різнилася в роки досліджень. У 2017 р. вона становила 12, у 2018-му – 15, а у 2019-му – 13 діб. Від цвітіння початку до молочної стиглості всім гібридам у середньому потребувалося 18–20 діб залежно від умов року. Дозрівання зерна кукурудзи тривало в середньому 21–22 доби.

Установлено взаємозв'язок між погодними умовами, які склалися у міжфазний періоду «3–5 листків – 7 листків», який є важливим для формування кількості рядів у початку. Зокрема, у 2017 році окремі гібриди кукурудзи формували суттєво менше рядів зерен у качані. Особливості закладання рядів зерен на качані пов'язані з кліматичними умовами, зокрема сприятливі за вологозабезпечення умови 2018 та 2019 рр. сприяли збільшенню кількості рядів зерен у середньому на 0,56–0,70 шт., порівняно з більш посушливим 2017-м. Оптимальні умови для найбільшої кількості рядів у качані спостерігали у 2018 році – 15,9–16,6.

Тривалість вегетації та формування генеративних органів у гібридів кукурудзи суттєво залежать від погодних умов, особливо в критичні фази розвитку «3–7 листків». Установлений взаємозв'язок між кліматичними умовами і кількістю рядів зерен у качані дає змогу прогнозувати врожайність та ефективніше планувати агротехнічні заходи. Отримані результати можуть бути використані у виробництві для оптимального добору гібридів залежно від кліматичних умов регіону, термінів сівби та управління вологозабезпеченням для досягнення максимальної продуктивності.

Використана література

1. Бараболя О. В., Косенко І. В. Вплив строків сівби на врожайність кукурудзи. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. Т. 27, № 1. С. 41–46. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.01.07>
2. Іванишин О. Показники структури урожаю зерна кукурудзи залежно від гібриду, норми добрив та мікродобрива в умовах Лісостепу Західного. *Молодий вчений*. 2021. № 3. С. 15–19. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2021-3-91-4>
3. Тоцький В. М., Лень О. І. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від системи удобрення та основного обробітку ґрунту. *Селекція і насінництво*. 2020. Вип. 117. С. 199–205. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2020.207173>
4. Немцева Ю. Через зміни клімату частота і потужність посух зросте. URL: <https://kurkul.com/news/31589-cherez-zmini-klimatu-chastota-i-potujnist-posuh-zroste>
5. Костюкевич 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. Р. 264–267.
6. Польовий А. М., Костюкевич Т. К., Толмачева А. В., Жигайло О. Л. Вплив кліматичних змін на формування продуктивності кукурудзи в Західному Лісостепу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. Вип. 1. С. 29–36. [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-1\(109\)-4](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-1(109)-4)
7. Boyko P., Litvinov D., Demidenko O. et al. Prediction humus level of black soils of forest-steppe Ukraine depending on the application of crop rotation, fertilization and tillage. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 2019. Vol. 9, Iss. 1. Р. 155–162. <https://doi.org/10.31407/ijees9118>

8. Kolisnyk O. M., Khodanitska O. O., Butenko A. O. et al. Influence of foliar feeding on the grain productivity of corn hybrids in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10, Iss. 2. P. 40–44.
9. Жемела Г. П., Бараболя О. В., Ляшенко В. В. та ін. Формування продуктивності зерна гібридами кукурудзи залежно від норми висіву. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 1. С. 97–105. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.11>
10. Таран В. Г. Продуктивність кукурудзи залежно від морфотипу рослин, густоти стояння й удобрення в умовах Правобережного Лісостепу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Київ, 2019. 156 с.
11. Паламарчук В. Д., Коваленко О. А. Тривалість окремих міжфазних та вегетаційного періодів гібридів кукурудзи залежно від строків сівби. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2019. Вип. 106. С. 119–127.
12. Волощук О. П., Волощук І. С., Глива В. В., Пащак М. О. Погодні умови як чинник впливу на ріст і розвиток рослин кукурудзи в Західному Лісостепу України. *Sciences of Europe*. 2021. Т. 71. С. 3–7.
13. Молдован Ж. А., Собчук С. І. Вплив допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення посівів кукурудзи на індивідуальну продуктивність рослин і урожайність зерна. *Зернові культури*. 2020. № 4.1. С. 130–138. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.13>
14. Літвінова О. А., Літвінов Д. В. Вплив систематичного удобрення на продуктивність кукурудзи на зерно. *Агрохімічні ресурси та управління біопродуктивністю агроландшафтів* : матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 11–13 жовтня 2022 р.). Київ : НУБіП України, 2022. С. 40–44.
15. Каленська С. М., Говенько Р. В. Продуктивність кукурудзи залежно від забезпечення тепловими одиницями та живлення різними видами азотних добрив. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2022. Вип. 30. С. 33–43. <https://doi.org/10.47414/nr.30.2022.268943>
16. Говенько Р. В., Антал Т. В. Продуктивність кукурудзи залежно від виду азотних добрив, позакореневого підживлення та погодних умов. *Аграрні інновації*. 2022. № 15. С. 22–29. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.3>
17. Ivanyshyn O., Khomina V., Pantsyeva H. Influence of fertilization on the formation of grain productivity in different-maturing maize hybrids. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11, Iss. 3. P. 262–269.
18. Tsyhanskyi V. Formation of corn productivity depending on the use of modern biological fertilizers in the forest-steppe right bank. *Agriculture and Forestry*. 2022. No. 4. P. 15–24. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-4-2>
19. Balaout I., Bojtor C., Illés A. et al. Analysis of the dry matter and essential nutrient accumulation of maize (*Zea mays* L.) in the main phenophases. *Brazilian Journal of Biology*. 2025. Vol. 85. Article e290013. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.290013>
20. Wang C., Ma Y., Zhao R. et al. The effect of nutrient deficiencies on the annual yield and root growth of summer corn in a double-cropping system. *Plants*. 2024. Vol. 13, Iss. 5. Article 682. <https://doi.org/10.3390/plants13050682>

References

1. Barabolia, O. V., & Kosenko, I. V. (2024). The impact of sowing time on corn yield capacity. *Scientific Progress & Innovations*, 27(1), 41–46. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.01.07> [In Ukrainian]
2. Ivanyshyn, O. (2021). Indicators of the maize yield structure depending on the hybrid, the rate of fertilizers and microfertilizers in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Molodyi Vchenyi*, 3, 15–19. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2021-3-91-4> [In Ukrainian]
3. Totskiy, V. M., & Len, O. I. (2020). Corn hybride performance depending on fertilizers and basic tillage. *Plant Breeding and Seed Production*, 117, 199–205. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2020.207173> [In Ukrainian]
4. Nemtseva, Y. (2022). Due to climate change, drought frequency and intensity will increase. <https://kurkul.com/news/31589-cherez-zmini-klimatu-chastota-i-potujnist-posuh-zroste> [In Ukrainian]
5. Kostyukevych, T. K., & Tolmachova, A. V. (2020). Assessment of climate change impact on agroclimatic conditions for maize growing in Central Ukraine. In *Science. Innovation. Quality: 1st International Scientific-Practical Conference SIQ – 2020* (pp. 264–267). Berdiansk: BSPU. [In Ukrainian]
6. Polevoy, A., Kostiukievych, T., Tolmachova, A., & Zhygailo, O. (2021). The impact of climatic changes on forming the corn productivity in the western forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 109(1), 29–36. [https://doi.org/10.31521/2313-092x/2021-1\(109\)-4](https://doi.org/10.31521/2313-092x/2021-1(109)-4) [In Ukrainian]
7. Boyko, P., Litvinov, D., Demidenko, O., Blashchuk, M., & Rasevich, V. (2019). Prediction humus level of black soils of forest-steppe Ukraine depending on the application of crop rotation, fertilization and tillage. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*, 9(1), 155–162. <https://doi.org/10.31407/ije9118>
8. Kolisnyk, O. M., Khodanitska, O. O., Butenko, A. O., Lebedieva, N. A., Yakovets, L. A., Tkachenko, O. M., Ihnatieva, O. L., & Kurinnyi, O. V. (2020). Influence of foliar feeding on the grain productivity of corn hybrids in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 40–44.

9. Zhemela, H. P., Barabolia, O. V., Lyashenko, V. V., Lyashenko, Ye. S., & Podolyak, V. A. (2021). Formation of maize hybrids grain productivity depending on sowing rate. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 97–105. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.11> [In Ukrainian]
10. Taran, V. H. (2019). *Maize productivity depending on plant morphotype, planting density, and fertilization in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine* (Unpublished doctoral dissertation, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv). [In Ukrainian]
11. Palamarchuk, V. D., & Kovalenko, O. A. (2019). Duration of individual interphase and vegetative periods of corn hybrids depending on sowing dates. *Tavria Scientific Bulletin. Series: Agricultural Sciences*, 106, 119–127. [In Ukrainian]
12. Voloshchuk, O. P., Voloshchuk, I. S., Hlyva, V. V., & Pashchak, M. O. (2021). Weather conditions as a factor influencing the growth and development of maize in the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Sciences of Europe*, 71(2), 3–7. [In Ukrainian]
13. Moldovan, Zh. A., & Sobchuk, S. I. (2020). Influence of pre-sowing seed treatment and foliar fertilizing of corn crops on individual productivity of plants and grain yield. *Grain Crops*, 4(1), 130–138. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0116> [In Ukrainian]
14. Litvinova, O. A., & Litvinov, D. V. (2022). The effect of systematic fertilization on maize grain productivity. In *Agrochemical resources and management of agro-landscape bioproductivity: Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference* (Kyiv, Ukraine, October 11–13, 2022) (pp. 40–44). National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. [In Ukrainian]
15. Kalenska, S. M., & Hovenko, R. V. (2022). Productivity of corn as affected by the accumulation of heat units and different nitrogen fertilizers. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 30, 33–43. <https://doi.org/10.47414/np.30.2022.268943> [In Ukrainian]
16. Hovenko, R. V., & Antal, T. V. (2022). Corn productivity depending on kind of nitrogen fertilizers, foliar dressing and weather conditions. *Agrarian Innovations*, 15, 22–29. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.3> [In Ukrainian]
17. Ivanyshyn, O., Khomina, V., & Pantsyрева, H. (2021). Influence of fertilization on the formation of grain productivity in different-maturing maize hybrids. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(3), 262–269.
18. Tsyhanskyi, V. (2022). Formation of corn productivity depending on the use of modern biological fertilizers in the forest-steppe right bank. *Agriculture and Forestry*, 4, 15–24. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-4-2>
19. Balaout, I., Bojtor, C., Illés, A., Zelenák, A., Ocwa, A., & Széles, A. (2025). Analysis of the dry matter and essential nutrient accumulation of maize (*Zea mays* L.) in the main phenophases. *Brazilian Journal of Biology*, 85, Article e290013. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.290013>
20. Wang, C., Ma, Y., Zhao, R., Sun, Z., Wang, X., & Gao, F. (2024). The effect of nutrient deficiencies on the annual yield and root growth of summer corn in a double-cropping system. *Plants*, 13(5), Article 682. <https://doi.org/10.3390/plants13050682>

UDC 633.15:631.55: 631.82

Pryndiuk, Ya. A., & Mokriienko, V. A.* (2025). Morphological variability of maize ear formation under the effect of mineral fertilisation. *Advanced Agritechnologies*, 13(2). <https://doi.org/10.47414/na.13.2.2025.339665> [In Ukrainian]

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15 Heroiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine, *e-mail: mokriienko@ukr.net*

Purpose. To investigate the influence of maize plant health during early growth and development stages on the formation of the number of kernel rows per cob in the Forest Steppe zone of Ukraine. **Methods.** The study was conducted in 2017–2019 as part of a stationary experiment at the Department of Crop Production, Agronomic Research Station of NULES of Ukraine (Kyiv region). The experimental design was three-factorial: Factor A – hybrids of different maturity groups: ‘Splendis’, ‘EU Konkord’, ‘MAS 36 A’, and ‘P8816’; Factor B – fertilisation regimes: N₁₃₄P₈₅K₈₅, N₁₆₁P₁₀₅K₁₀₅, and N₁₈₈P₁₂₅K₁₂₅; Factor C – seed rates: 75, 80, and 85 thousand seeds/ha. **Results.** The duration of the vegetation period (from emergence to full maturity) varied from 103 to 114 days depending on weather conditions. The interval from sowing to emergence ranged from 9 to 13 days. From full emergence to the formation of three to five leaves, the duration was 10 days in 2017 and 13 days in 2018 and 2019. The period from three to five leaf stage to seven leaf stage lasted 12 days in 2017 and 14 days in 2018 and 2019. The period from seven to fourteen leaves averaged 15 days, continuing the trend of previous stages. The duration of the period from 14 leaves to beginning of flowering varied: 12 days in 2017, 15 in 2018, and 13 in 2019. From flowering to milk ripeness, hybrids required on average 18–20 days, while grain maturation lasted 21–22 days. A correlation was established between weather conditions in the three to five leaf stage to seven leaf stage and the number of kernel rows per cob. In the dry year of 2017, some hybrids formed significantly fewer rows, whereas in the more moisture-abundant years of 2018 and 2019, this indicator increased by an average of 0.56–0.70 rows. Optimal conditions for the formation of the highest number of kernel rows were observed in 2018 (15.9–16.6 rows). **Conclusions.** The duration of vegetation and the formation of generative organs in maize hybrids are significantly influenced by weather conditions, particularly during

the critical three to seven 7 leaves stage. The identified relationship between climatic factors and the number of kernel rows per cob provides a basis for yield forecasting and the optimisation of agronomic practices. The findings can be applied in agricultural practice for hybrid selection according to regional climatic conditions, determination of optimal seed rates, and rational water management to maximise crop productivity.

Keywords: hybrids; fertilisation; seed rate; interstage period; number of kernel rows per cob.

Надійшла / Received 17.07.2025

Погоджено до друку / Accepted 12.08.2025