

DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-1-4

УДК 633.15:631.816.1

В. В. ГЛИВА, кандидат сільськогосподарських наук

А. Я. ГАДЗАЛО, доктор економічних наук

Г. С. ГЕРЕШКО, О. М. СЛУЧАК, наукові співробітники

М. О. ПАЩАК, аспірант

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Львівського р-ну Львівської обл.,

81115, e-mail: olexandravoloschuk53@gmail.com

ЯКІСТЬ ЗЕРНА ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Одним із найважливіших елементів поживної цінності зерна кукурудзи є критерії оцінки за показниками якості, що дозволяє визначити потребу в тих чи інших елементах живлення. Вона є унікальною, оскільки в зерні цієї культури знаходиться 80 % усіх поживних речовин, які потрібні для розвитку людського організму, та мікроелементи в засвоюваній формі. Першочергова роль у підвищенні якості зерна кукурудзи належить саме селекції, яка спрямована на створення високобілкових форм. Відомо, що хімічний склад зерна кукурудзи може значно змінюватися залежно від умов вирощування: за високих температур накопичення білка більш інтенсивне, пізньостиглі форми в посушливі роки мають у зерні більшу його кількість. Потрібно ретельно добирати гібриди до конкретної ґрунтово-кліматичної зони для успішного регулювання продуктивності й підвищення якості зерна з урахуванням їх біологічних вимог та розробити ефективні агрозаходи вирощування, спрямовані на процеси, які відбуваються в рослинах у різні фази їхнього росту й розвитку.

Дослідження, проведені в відділі насінництва та насіннезнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН впродовж 2019–2021 рр., підтвердили, що залежно від норми внесення мінеральних добрив на сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах Західного Лісостепу України врожайність кукурудзи була обумовлена й групою стиглості гібриду. Обґрунтовано норми внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ і $N_{150}P_{90}K_{90}$, за яких приріст урожайності до контролю (без добрив) становив 0,81–0,84 і 2,19–2,20 т/га. Визначено формування вищої маси 1000 зерен на 8,8–11,5 і 11,9–12,1 г, яке проходило під впливом здатності гібридів різних груп стиглості позитивно реагувати на погодні чинники та системи мінерального живлення. На варіантах мінерального живлення рослин вологість зерна кукурудзи в фазі повної стиглості переважала контроль (без добрив). Доведено, що якість зерна залежала від групи стиглості гібриду та норми внесення мінеральних добрив.

© Глива В. В., Гадзало А. Я., Герешко Г. С.,
Случак О. М., Пащак М. О., 2022

У гібридів ранньостиглої групи вміст протеїну зростав від 10,26 до 11,18 % за норми $N_{150}P_{90}K_{90}$, у середньоранніх – з 10,36 до 11,45 %; за вмістом жиру, клітковини, золи, БЕР (абсолютно суха речовина) проходило незначне зниження показників.

Ключові слова: кукурудза, ФАО, група стиглості, врожайність зерна, маса 1000 зерен, вологість зерна, хімічний склад зерна, мінеральні добрива.

Valentyna Hlyva, Andrii Hadzalo, Halyna Hereshko, Oxana Sluchak, Myroslav Pashchak

Institute of Agriculture of Carpathian Region NAAS

Grain quality of corn hybrids of different ripeness groups depending on the application rates of mineral fertilizers

One of the most important elements of the nutritional value of corn grain is the evaluation criteria for quality indicators, which make it possible to determine the need for certain nutrients. It is unique, because the grain of this crop contains 80% of all nutrients that are needed for development of human body, and microelements in a digestible form. The primary role in improving the quality of corn grain belongs to selection aimed at creating high-protein forms. It is known that the chemical composition of corn grain can vary significantly depending on the growing conditions: at high temperatures the accumulation of protein is more intense, late-ripening forms in dry years have a larger amount of protein in the grain. It is necessary to carefully select hybrids for a specific soil-climatic zone in order to successfully regulate productivity and improve quality of grain, taking into account their biological requirements, and to develop effective cultivation agromeasures aimed at the processes occurring in plants in different phases of their growth and development.

Studies conducted in the department of seed production and seed science of the Institute of Agriculture of Carpathian Region of National Academy of Sciences of Ukraine during 2019–2021, confirmed that depending on the rate of mineral fertilizers' application on gray forestal surface-gleyed soils of Ukrainian Western Forest-Steppe corn yield was also determined by the maturity group of the hybrid. The application rates of mineral fertilizers $N_{120}P_{90}K_{90}$ and $N_{150}P_{90}K_{90}$ are substantiated, at which the increase in yield compared to the control (without fertilizers) was 0.81–0.84 and 2.19–2.20 t/ha. The formation of a higher mass of 1000 grains by 8.8–11.5 and 11.9–12.1 g was determined, which took place under the influence of the ability of hybrids of different ripeness groups to respond positively to weather factors and mineral nutrition systems. In the variants of mineral nutrition of plants, the moisture content of corn grain in the phase of full ripeness prevailed in the control (without fertilizers). It is proved that the quality of grain depended on the ripeness group of the hybrid and the norms of applied mineral fertilizers. In hybrids of the early ripening group, the protein content increased from 10.26 to 11.18% at the norm of $N_{150}P_{90}K_{90}$, in the middle early ones – from 10.36 to 11.45%; in terms of the content of fat, fiber, ash and NFE (nitrogen-free extractives of absolutely dry matter) there was a slight decrease in indicators.

Key words: corn, FAO, ripeness group, grain yield, weight of 1000 grains, grain moisture content, chemical composition of grain, mineral fertilizers.

Вступ. Розвиваючи всі ресурсні можливості щодо вирощування кукурудзи, наша держава стає одним із провідних постачальників зерна на світовому ринку. Якщо в структурі посівних площ у 2002 р. ця культура займала 3,5 %, то в 2018 р. – 32 %. Валовий збір сягає 35,8 млн т, а середня врожайність – 7,84 т/га.

На розширення площ під кукурудзою вплинула ефективність її виробництва, яка збільшилася з 6,3 до 50,7 %, а це сприяє швидкому зростанню галузі АПК та економіки держави загалом [19].

Залежно від напряму використання зерна зумовлюються критерії його оцінки за показниками якості, що є одним із найважливіших елементів його поживної цінності, дозволяє визначити потребу людини і тварини у тих чи інших елементах живлення. У харчових цілях найбільшу увагу приділяють вмісту білка, від якого залежить ціна на продукцію і рентабельність виробництва [2, 10].

А. М. Влашук, О. С. Колпакова, О. П. Конашук стверджують, що на зрошуваних землях степової зони Півдня України висока якість зерна кукурудзи формується під впливом гібридного складу, строків сівби та густоти стояння рослин. Серед досліджуваних авторами гібридів найвищі показники якості зерна, зокрема вміст білка 9,39 %, зафіксовано в ранньостиглого гібриду Тендра, крохмалю – 71,16 % у середньостиглого Каховський, а жиру – 3,94 % у середньораннього Скадовський [3].

Дослідження вчених Р. А. Вожегової та Я. В. Белова підтверджують таку ж закономірність [6].

В умовах концентрації виробництва кукурудзи складаються оптимальні умови для розвитку певних груп шкідників, хвороб та бур'янів, які негативно впливають на отримання зерна доброї якості [7, 8, 15].

В. Д. Паламарчук та інші встановили залежність якості зерна кукурудзи від впливу фракцій висіяного насіння, глибини його загортання, строків сівби, загушення посівів [5, 13, 14, 27, 29].

Відомо, що хімічний склад зерна кукурудзи може значно змінюватися залежно від умов вирощування. За високих температур накопичення білка більш інтенсивне. Пізньостиглі форми в посушливі роки мають у зерні більшу його кількість, ніж у роки з достатньою вологозабезпеченістю [9, 26, 28].

Однак першочергова роль у підвищенні якості зерна кукурудзи належить саме селекції, яка спрямована на створення високобілкових (16–20 %) форм. За широкого використання в селекції мутантних генів o2 і fl2 проходить пригнічення синтезу зеїну з одночасним підвищенням кількості глютелінів й інших фракцій білка, багатих на лізин [1, 12, 25].

Створення методом беккросу високолізинових ліній за участю генів o2 і fl2 дозволило одержати гібриди із вмістом білка 14–16 % і рівнем лізину в білку 4,5–5,0 проти 2,0–2,5 % у звичайної кукурудзи. Проте такі гібриди не знайшли значного поширення у виробництві, оскільки поступалися за врожайністю звичайним гібридам на 10–15 %. Причина цього – борошниста структура ендосперму лізинової кукурудзи, що позначається на зниженні маси 1000 зерен і натуре зерна. Підвищена вологість такого зерна обумовлювала зниження стійкості до хвороб і збільшення ступеня травмування зерна [17, 18].

Отже, для успішного регулювання продуктивності й підвищення якості зерна кукурудзи потрібно ретельно добирати гібриди для конкретної ґрунтово-кліматичної зони з урахуванням їх біологічних вимог та розробити ефективні агрозаходи вирощування, спрямовані на процеси, які відбуваються в рослинах у різні фази їхнього росту й розвитку.

Метою наших досліджень було визначення хімічного складу зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від норм внесення мінеральних добрив у зоні Західного Лісостепу України.

Матеріали і методи. Досліди проводили впродовж 2019–2021 рр. на полях сівозміни відділу насінництва та насіннезнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Вивчали гібриди кукурудзи: Почаївський 190 МВ, ДН Меотида, ДН Хортиця, Оржиця 237 МВ (оригінація – Державна установа Інститут зернових культур НААН, м. Дніпро).

Загальна площа посівної ділянки – 60 м², облікова – 50 м². Повторність – триразова, розміщення варіантів – систематичне.

За роки наших досліджень погодні умови були контрастними. Вегетаційні періоди характеризували як нетипові, оскільки в усі місяці температура повітря і сума опадів були вищими порівняно з середньобагаторічними даними.

Ґрунт дослідних ділянок – сірий лісовий поверхнево оглешений легкосуглинковий, який характеризується такими показниками: вміст гумусу (за Тюрнімом) – 1,7 %, сума увібраних основ – 13,7 мг-екв на 100 г ґрунту, лужногідролізований азот (за Корнфілдом) – 89,6 мг/кг ґрунту,

рухомий фосфор і обмінний калій (за Кірсановим) – відповідно 69,5 і 68,0 мг/кг ґрунту. За градацією такий ґрунт має дуже низьке забезпечення азотом, середнє – фосфором і низьке – калієм. Реакція ґрунтового розчину (рНсол – 5,4) – слабокисла.

Агротехніка вирощування, за винятком факторів, які поставлені на вивчення, – загальноприйнята для культури в цій зоні. Попередник – ріпак озимий. Строк сівби – оптимальний. Норма висіву насіння гібридів – 75 тис. схож. нас./га. (ранньостиглі) і 80 тис. схож. нас./га (середньоранні). Фунгіцидний протруйник – авіценна (0,5 л/т, д.р. – тебуконазол, 50 г/л + прохлораз, 250 г/л + крезоксим-метил, 50 г/л). Гербицид – аденго (0,5 л/га, д.р. – ізоксафлютол, 225 г/л + тіенкарбазон-метил, 90 г/л + ципросульфамід, 150 г/л). Інсектицид: залп (1,2 л/га, д.р. – хлорпірифос, 500 г/л + циперметрин, 50 г/л).

За допомогою біометричної та морфологічної діагностики і фенологічних спостережень встановлювали зміни росту й розвитку рослин, пов'язані з утворенням органів – листків, стебел, качана, за методиками [11, 20, 22].

Облік урожаю проводили методом прямого комбайнування ділянок дослідів з наступним зважуванням і перерахунком отриманих даних на стандартну вологість зерна, статистичну обробку даних – методом дисперсійного аналізу (Excel, Statistica 6.0) за Ушкаренком В. О. та ін. [21].

Результати та обговорення. Сприятливі погодні умови, ефективна родючість ґрунту та вплив попередника обумовили формування високої середньої врожайності зерна гібридів кукурудзи – 4,77 т/га (контроль) ранньостиглої групи з нормою висіву насіння 75 тис. схож. нас./га та 5,26 т/га – середньоранньої (80 тис. схож. нас./га) за $HP_{0,05} = 0,10$ т/га (рис.).

За норми мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ продуктивність гібридів зростала на 17,3–20,0 %. Оптимальним був рівень мінерального живлення $N_{150}P_{90}K_{90}$, за якого приріст до контролю (без добрив) становив 2,19–2,20 т/га ($HP_{0,05} = 0,13$ т/га).

Маса 1000 зерен гібридів кукурудзи залежала від біологічних особливостей гібриду реагувати на систему живлення рослин (табл. 1). На контролі (без добрив) цей показник був найнижчим і становив 252 (ранньостиглі) і 307 г (середньоранні) ($HP_{0,05} = 22,2$ г). За внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ він зростав на 22–34 г ($HP_{0,05} = 25,6$ г), а за вищого азотного живлення ($N_{150}P_{90}K_{90}$) – на 30–37 г за $HP_{0,05} = 28,7$ г.

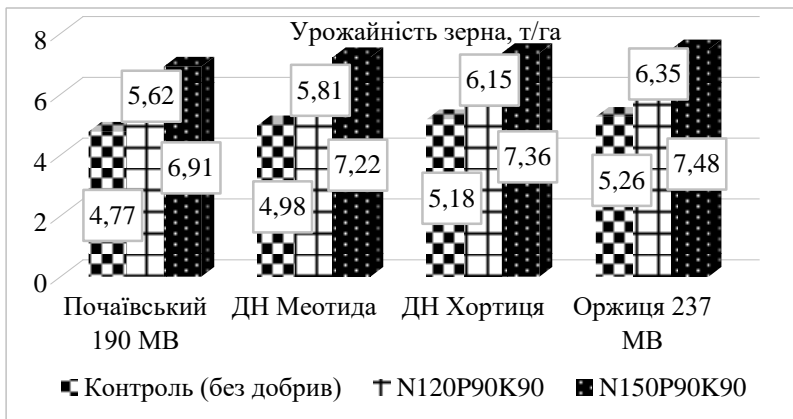


Рис. Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2019–2021 рр.), т/га

Нижча норма висіву насіння (75 тис. схож. нас./га) сприяла формуванню вищої маси 1000 насінин на 55 г (контроль), 65 г за мінерального живлення N₁₂₀P₉₀K₉₀ і на 40 г за вищої норми (N₁₅₀P₉₀K₉₀).

1. Маса 1000 зерен гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив та висіву насіння (2019–2021 рр.), г

Гібрид	Маса 1000 зерен, г			Приріст до контролю			
	контроль (без добрив)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀		N ₁₅₀ P ₉₀ K ₉₀	
				г	%	г	%
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас./га)							
Почаївський 190 МВ	248	269	295	21	8,5	26	10,5
ДН Меотида	255	278	312	23	9,0	34	13,3
Середнє	252	274	304	22	8,8	30	11,9
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас./га)							
ДН Хортиця	301	333	339	32	10,6	38	12,6
Оржиця 237 МВ	312	345	348	36	11,5	36	11,5
Середнє	307	339	344	34	11,1	37	12,1
НІР _{0,05}	22,2	25,6	28,7				

Втрата вологості зерном кукурудзи під час дозрівання – складний інтегральний процес, який залежить від багатьох чинників: фізико-біохімічних властивостей зерна, морфологічних ознак качана кукурудзи (товщина стрижня, лінійні розміри зернівки, крупність зерна, кількість і здатність до розкриття обгорток, поникнення качана, строки прояву чорного прошарку в зерні, консистенція ендосперму), біологічних і онтогенетичних властивостей гібрида кукурудзи (тривалість латентної фази, стійкість до посухи) [23].

За роки наших досліджень у дев'ятому етапі (старіння) 97 фази вологості зерна в качані на контролі ранньостиглих гібридів (ФАО 100–199, нормою висіву насіння 75 тис. схож. нас./га) становила 19,6 %, середньоранніх (ФАО 200–299, нормою висіву насіння 80 тис. схож. нас./га) – 20,7 % (табл. 2).

На варіантах внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ відсоток вологості зерна був вищим на 3,0–4,4 %, а за $N_{150}P_{90}K_{90}$ – на 5,1–5,2 %. У гібридів ранньостиглої групи порівняно з середньоранньою цей показник був нижчим на 2,5 %.

2. Вологість зерна в фазі повної стиглості гібридів кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив (2019–2021 рр.), %

Гібрид	Вологість зерна, %			Приріст до контролю	
	контроль (без добрив)	$N_{120}P_{90}K_{90}$	$N_{150}P_{90}K_{90}$	$N_{120}P_{90}K_{90}$	$N_{150}P_{90}K_{90}$
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 75 тис. схож. нас./га)					
Почаївський 190 МВ	19,8	23,0	25,0	3,2	5,2
ДН Меотида	19,4	22,2	24,4	2,6	5,0
Середнє	19,6	22,6	24,7	3,0	5,1
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас./га)					
ДН Хортиця	20,9	25,3	25,8	4,4	4,9
Оржиця 237 МВ	20,5	24,9	26,0	4,4	5,5
Середнє	20,7	25,1	25,9	4,4	5,2
$HP_{0,05}$	0,8	0,6	0,5		

Хімічний склад зерна набуває все більшого значення для виробників кукурудзи, оскільки кількість сирого протеїну впливає на якість кормів для тваринництва і характеризує їх поживну цінність [24].

При визначенні вмісту протеїну в зерні кукурудзи залежно від норм внесення мінеральних добрив встановлено, що на контролі він досягав 10,26–10,36 % (табл. 3). Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ сприяло збільшенню цього показника в ранньостиглих гібридів: Почаївський 190 МВ на 0,56 %, ДН Меотида – 0,55 %, у середньоранніх – відповідно ДН Хортиця – на 0,54 %, Оржиця 237 МВ – на 0,64 % ($HP_{0,05} = 0,02$ %). За вищого рівня мінерального живлення рослин ($N_{150}P_{90}K_{90}$) вміст протеїну в зерні гібридів зростав до контрольно (без добрив) відповідно на 0,92 і 0,91 % у ранньостиглих і 1,01 і 1,08 % – у середньоранніх.

3. Хімічний склад зерна гібридів кукурудзи в фазі повної стиглості залежно від норм внесення мінеральних добрив (2019–2021 рр.), %

Норма мінеральних добрив	Абсолютно суха речовина, %				
	протеїн	жир	клітково-вина	зола	БЕР
Ранньостиглі (ФАО 100–199) (норма висіву насіння – 75 тис. саж. нас./га)					
Контроль (без добрив)	10,26	4,39	2,17	1,22	81,96
$N_{120}P_{90}K_{90}$	10,81	4,19	2,10	1,16	81,74
$N_{150}P_{90}K_{90}$	11,18	4,01	2,01	1,12	81,55
Середньоранні (ФАО 200–299) (норма висіву насіння – 80 тис. саж. нас./га)					
Контроль (без добрив)	10,36	4,45	2,22	1,19	81,78
$N_{120}P_{90}K_{90}$	10,95	4,28	2,16	1,14	81,47
$N_{150}P_{90}K_{90}$	11,45	3,99	2,09	1,11	81,36
$HP_{0,05}$	0,28	0,13	0,05	0,02	0,11

Цінним продуктом у харчуванні людини є рослинні олії: кукурудзяна, соняшникова, екстракт яких складається з тригліцеридів жирних кислот у комбінації з супутніми речовинами (вільні жирні кислоти, віск, стероли, фосфоліпіди і т. ін.). Кукурудза належить до культур з низьким вмістом жиру [16].

За результатами досліджень вміст жиру в зерні гібридів кукурудзи на контролі (без добрив) варіював від 4,36–4,41 % у гібридів ранньостиглої групи (ФАО 100–199 з нормою висіву насіння

75 тис. схож. нас./га) до 4,43–4,46 % – середньоранніх (ФАО 200–299, норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас./га). Порівняно з контролем цей середній показник гібридів ранньостиглої групи був нижчим на 0,20 % за норми внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$, різниця між гібридами становила 0,02 %. Вища на N_{30} норма внесення азотних добрив знижувала вміст жиру до контролю на 0,38 % з різницею між гібридами 0,07 %. Таку ж закономірність простежували і в гібридів середньоранньої групи, за норми мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ вміст жиру був нижчим до контролю на 0,14–0,19 і на 0,44–0,48 %.

Клітковина (у вузькому значенні) – целюлоза, найпоширеніший в природі полісахарид (полівуглевод), що складає основну частину оболонки рослинних клітин. При перетравленні їжі сира клітковина допомагає розпушенню корму і робить його більш доступним травним сокам. За вмістом клітковини в зерні гібридів різних груп стиглості під впливом застосування мінеральних добрив і норм висіву насіння достовірної різниці не виявлено ($НІР_{0,05} = 0,07–0,11$ %).

Зольність (зола) в зерні та борошні – важливий показник для борошномельних підприємств. За кількістю золи в пшениці можна визначити, який вихід борошна буде при переробці. Найбільший вміст золи в зернівці знаходиться в оболонках і алейроновому шарі, найменший – в ендоспермі. Цей показник у зернових культур визначає сорт борошна.

У кукурудзи вміст золи в фазі повної стиглості зерна на абсолютно суху речовину на контролі становив 1,19–1,22 % і зменшувався на 0,05–0,06 % за норми внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ та на 0,08–0,10 % – за $N_{150}P_{90}K_{90}$.

Найбільш сталим і незмінним залишався показник вмісту безазотових екстрактивних речовин, який в перерахунку на абсолютно суху речовину на контролі варіював від 81,81 до 81,96 % і знижувався на 0,22–0,33 % за норми внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ та на 0,41–0,44 % – за $N_{150}P_{90}K_{90}$.

Крохмаль є кінцевою формою накопичення вуглеводів у зерні і в основній його складовій. У процесі дозрівання зерна крохмалю більше. З точки зору поживності він повністю засвоюється і таким чином підвищує енергетичну цінність кукурудзи [4].

У наших дослідях вміст крохмалю в зерні кукурудзи залежав від біологічних особливостей гібриду й мінеральних добрив. Якщо на контролі він був у межах 74,62 % (ранньостиглі гібриди) – 74,89 % (середньоранні), то за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ зростав на 0,92 % (ранньостиглі) – 0,76 % (середньоранні).

Збільшення норми внесення азоту на 30 кг/га д.р. забезпечило зростання вмісту крохмалю в зерні ранньостиглих гібридів до контролю на 1,46 %, середньоранніх – 1,02 %. Між групами стиглості різниця становила 0,43–0,45 %.

Висновки. В умовах Західного Лісостепу України на сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтах приріст урожайності зерна гібридів кукурудзи становив 0,81–0,84 т/га за норми внесення мінеральних добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ і 2,19–2,20 т/га – за $N_{150}P_{90}K_{90}$;

– досліджено кращий рівень мінерального живлення рослин, який сприяв формуванню вищої маси 1000 зерен на 8,8–11,5 г ($N_{120}P_{90}K_{90}$) і 11,9–12,1 г ($N_{150}P_{90}K_{90}$);

– обґрунтовано вологість зерна гібридів у фазі повної стиглості на варіантах внесення мінеральних добрив, яка переважала контроль (без добрив) на 3,0–4,4 % за норми $N_{120}P_{90}K_{90}$ і на 5,1–5,2 % – $N_{150}P_{90}K_{90}$;

– встановлено, що хімічний склад зерна залежав від групи стиглості гібриду та внесених мінеральних добрив. У гібридів ранньостиглої групи (ФАО 100–199, з нормою висіву насіння 75 тис. схож. нас./га) вміст протеїну зростає від 10,26 на контролі до 11,18 % – за норми $N_{150}P_{90}K_{90}$, у середньоранніх (ФАО 200–299, норма висіву насіння – 80 тис. схож. нас./га) – відповідно з 10,36 до 11,45 %. За вмістом жиру, клітковини, золи, БЕР (абсолютно суха речовина) зниження становило відповідно: 0,38–0,46 %; 0,16–0,13; 0,10–0,08; 0,41–0,42 %.

Список використаної літератури

1. Багатченко В. В., Жемойда В. Л., Спряжка Р. О. Формування фракційного складу та посівних якостей насіння батьківських компонентів кукурудзи залежно від густоти стояння. *Plant and Soil Sciences*. 2020. Vol. 11, No. 1. С. 79–87.

2. Ващенко І. В. Теоретичні засади та сучасний стан розвитку ринку кукурудзи. *Економіка АПК*. 2017. № 2. С. 88–92.

3. Влашчук А. М., Колпакова О. С., Конашук О. П. Вплив строків сівби на продуктивність та якість зерна гібридів кукурудзи в умовах зрошення. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 3. С. 89–95. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2017_3_1

References

1. Bahatchenko V. V., Zhemoida V. L., Spriazhka R. O. Formation of the fractional composition and sowing qualities of seeds of maize parental components depending on the standing density. *Plant and Soil Sciences*. 2020. Vol. 11, No. 1. P. 79–87.

2. Vashchenko I. V. Theoretical foundations and state of development of the corn market. *Ekonomika APK*. 2017. No. 2. P. 88–92.

3. Vlashchuk A. M., Kolpakova O. S., Konashchuk O. P. Effect of sowing time on productivity and grain quality of corn hybrids under irrigation conditions. *Ahroekolohichnyi zhurnal*. 2017. No. 3. P. 89–95. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2017_3_1 (last accessed: 15.02.2022).

6 (дата звернення: 15.02.2022).

4. Вміст крохмалю в зерні кукурудзи залежно від позакореневих підживлень / В. Д. Паламарчук та ін. *Сільське господарство та лісівництво* : збірник наукових праць ВНАУ. 2020. № 19. С. 15–29.

5. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Вплив густоти стояння рослин та фону живлення на водоспоживання та продуктивність гібридів кукурудзи в умовах зрошення Півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2019. Вип. 72. С. 4–7. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.1>.

6. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Продуктивність, структура врожаю та якість зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фону мінерального живлення за вирощування на зрошуваних землях. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 4. С. 89–95.

7. Клименко А. М. Посівні якості та мікофлора насіння кукурудзи за впливу препаратів захисної дії. *Агроекологічний журнал*. 2014. № 1. С. 111–114. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2014_1_2_3 (дата звернення: 16.02.2022).

8. Кукуруза: выращивание, уборка, хранение и использование / Д. Шпаар и др. ; под ред. Д. Шпаара. Киев : Издательский дом «Зерно», 2012. 464 с.

9. Мазур В. А. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування якісних показників зерна кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво* : збірник наукових праць ВНАУ. 2017. № 6 (Т. 1). С. 7–13.

10. Маслак О. Ринок кукурудзи врожаю 2016 р. *Агробізнес сьогодні*. 2016. № 20 (339). С. 5–6.

11. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур / Міністерство аграрної політики України, Державна комісія України по випробуванню та охороні сортів рослин. *Охорона прав на*

4. Starch content in corn grain depending on foliar nutrition / V. D. Palamarchuk et al. *Silske gospodarstvo ta lisivnytstvo* : zbirnyk naukovykh prats VNAU. 2020. No. 19. P. 15–29.

5. Vozhehova R. A., Bielov Ya. V. Influence of plant density and nutritional background on water consumption and productivity of corn hybrids under irrigation. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2019. Issue 72. P. 4–7. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.1>.

6. Vozhehova R. A., Bielov Ya. V. Productivity, yield structure and grain quality of corn hybrids depending on plant density and mineral nutrition background when grown on irrigated lands. *Visnyk ahraryoi nauky Prychornomor'ia*. 2019. Issue 4. P. 89–95.

7. Klymenko A. M. Sowing qualities and microflora of corn seeds under the influence of protective preparations. *Ahroekolohichnyi zhurnal*. 2014. No. 1. P. 111–114. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2014_1_2_3 (last accessed: 16.02.2022).

8. Corn: cultivation, harvesting, storage and use / D. Shpaar et al. ; pod red. D. Shpaara. Kiev : Izdatel'skij dom «Zerno», 2012. 464 p.

9. Mazur V. A. The influence of technological methods of cultivation on the formation of quality indicators of corn grain. *Silske gospodarstvo ta lisivnytstvo* : zbirnyk naukovykh prats VNAU. 2017. No. 6 (Vol. 1). P. 7–13.

10. Maslak O. The 2016 corn market. *Ahrobiznes sohodni*. 2016. No. 20 (339). P. 5–6.

11. Methodology for the examination and state testing of plant varieties of cereals, groats and leguminous crops / Ministerstvo ahraryoi polityky Ukrainy, Derzhavna komisiia Ukrainy po vyprobuvanni ta okhoroni sortiv roslin. *Okhorona prav na sorty roslin* : ofitsiyni biuletyn. 2003. Issue 2, Part 3. 241 p.

12. Evaluation of the most common

сорти рослин : офіційний бюлетень. 2003. Вип. 2, ч. 3. 241 с.

12. Оцінка ліній найбільш поширених геноплазм за основними господарсько цінними ознаками / М. С. Ольховик та ін. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2021. No. 2, vol. 17. С. 26–32.

13. Паламарчук В. Д. Вміст крохмалю у зерні гібридів кукурудзи залежно від строків посіву. *Сільське господарство та лісівництво* : збірник наукових праць ВНАУ. 2017. № 7, т. 1. С. 37–45.

14. Паламарчук В. Д. Вплив глибини загорання та фракції насіння на вміст крохмалю у зерні кукурудзи та вихід біоетанолу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 2. С. 55–65.

15. Паламарчук В. Д., Поліщук М. І., Паламарчук О. Д. Вплив системи удобрення на стійкість гібридів кукурудзи до стеблового кукурудзяного метелика. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 17 (Т. I). С. 240–244.

16. Погодні умови як чинник впливу на ріст і розвиток рослин кукурудзи в Західному Лісоостепу України / О. П. Волощук та ін. *Sciences of Europe*. 2021. Vol. 2, No 71. P. 3–7. DOI: 10.24412/3162-2364-2021-71-2-3-7.

17. Поліморфізм скорослиглих ліній кукурудзи плазми Айодент та сестринських гібридів, створених за їх участю / Б. В. Дзюбецький та ін. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. Вип. 7 (1). С. 46–51. DOI: 10.15421/201705.

18. Селекція кукурудзи на Півдні України на рубежі століть / В. М. Соколов та ін. *Збірник наукових праць СГІ – НЦНС* : 100-літньому ювілею інституту присвячується. 2012. Вип. 20 (60). С. 84–97.

19. Семенда Д. К., Семенда О. В. Сучасний стан та шляхи підвищення економічної ефективності виробництва зерна кукурудзи. *Агросвіт*. 2020. № 3. С. 43–49. DOI:

genoplasm's lines by the main economically valuable traits / M. S. Olkhovik et al. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2021. No. 2, vol. 17. P. 26–32.

13. Palamarchuk V. D. The content of starch in the grain of corn hybrids depending on the time of sowing. *Silske gospodarstvo ta lisivnytstvo* : zbirnyk naukovykh prats VNAU. 2017. No. 7, vol. 1. P. 37–45.

14. Palamarchuk V. D. Influence of sowing depth and seed fraction on starch content in corn grain and bioethanol yield. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2018. No. 2. P. 55–65.

15. Palamarchuk V. D., Polishchuk M. I., Palamarchuk O. D. Influence of the fertilizer system on the resistance of corn hybrids to the stem corn moth. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv*. 2013. Issue 17 (Vol. I). P. 240–244.

16. Weather conditions as a factor influencing the growth and development of maize plants in the Western Forest-Steppe of Ukraine / O. P. Voloshchuk et al. *Sciences of Europe*. 2021. Vol. 2, No 71. P. 3–7. DOI: 10.24412/3162-2364-2021-71-2-3-7.

17. Polymorphism of early maturing lines of maize plasma Iodent and sister hybrids created with their participation / B. V. Dziubetskyi et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. Issue 7 (1). P. 46–51. DOI: 10.15421/201705.

18. Maize breeding in the south of Ukraine at the turn of the century / V. M. Sokolov et al. *Zbirnyk naukovykh prats SHI – NTNS* : 100-litnomu yuvileiu instytutu prysviachuietsia. 2012. Issue 20 (60). P. 84–97.

19. Semenda D. K., Semenda O. V. Current state and ways to improve the economic efficiency of corn grain production. *Ahrosvit*. 2020. No. 3. P. 43–49. DOI: 10.32702/23066792.2020.3.43.

20. System Analysis in Field Crops Breeding : study guide / P. P. Litun et al. ; Instytut roslynnytstva imeni V. Ya. Yurieva UAAN. Kharkiv, 2009. 354 p.

10.32702/23066792.2020.3.43.

20. Системний аналіз в селекції польових культур : навч. посіб. / П. П. Літун та ін. ; Ін-т рослинництва імені В. Я. Юр'єва УААН. Харків, 2009. 354 с.

21. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Айлант, 2013. 378 с.

22. Фурсова Г. К., Фурсов Д. І., Сергєєва В. В. Рослинництво: лабораторно-практичні заняття. *Зернові культури* : навч. посіб. / за ред. Г. К. Фурсової. Харків : ТО «Ексклюзив», 2004. Ч. 1. 380 с.

23. Черчель В. Вологість зерна кукурудзи під час збирання: формування, облік, значення. *Пропозиція*. 2016. 12 верес. URL: <https://propozitsiya.com.ua/vologist-zerna-kukurudzy-pid-chas-zbyrannya-formuvannya-oblik-znachennya> (дата звернення: 16.02.2022).

24. Чорнолата Л., Здор Л. Зерно кукурудзи – цінна складова кормосумішок і силосу. *Агрономія Сьогодні*. 2021. 29 жовт. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/23186-zerno-kukurudzi-tsinna-skladova-kormosumishok-i-silosu.html> (дата звернення: 16.02.2022).

25. Influence of a new energy-saving drying method on the quality of corn seeds / M. Ya. Kyrpa et al. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. No. 1, vol. 9. P. 1–6. DOI: 10.11648/ajaf.20210901.11.

26. Modern maize hybrids in Northeast China exhibit increased yield potential and resource use efficiency despite adverse climate change / X. Chen et al. *Global Change Biol.* 2013. Issue 19. P. 923–936. DOI: 10.1111/gcb.12093.

27. Palamarchuk V., Telekalo N. The effect of seed size and seeding depth on the components of maize yield structure. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2018. Issue 24 (No. 5). P. 785–792.

21. Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture / V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Ailant, 2013. 378 p.

22. Fursova H. K., Fursov D. I., Serhieieva V. V. Plant growing: laboratory and practical work. *Zernovi kultury* : navch. posib. / ed. H. K. Fursovoi. Kharkiv : TO «Ekskliuzyv», 2004. Vol. 1. 380 p.

23. Cherchel V. Humidity of corn grain during harvesting: formation, accounting, value. *Propozitsiia*. 2016. 12 veres. URL: <https://propozitsiya.com.ua/vologist-zerna-kukurudzy-pid-chas-zbyrannya-formuvannya-oblik-znachennya> (last accessed: 16.02.2022).

24. Chornolata L., Zdor L. Corn grain is a valuable component of feed mixtures and silage. *Ahronomiia Sohodni*. 2021. 29 zhovt. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/23186-zerno-kukurudzi-tsinna-skladova-kormosumishok-i-silosu.html> (last accessed: 16.02.2022).

25. Influence of a new energy-saving drying method on the quality of corn seeds / M. Ya. Kyrpa et al. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. No. 1, vol. 9. P. 1–6. DOI: 10.11648/ajaf.20210901.11.

26. Modern maize hybrids in Northeast China exhibit increased yield potential and resource use efficiency despite adverse climate change / X. Chen et al. *Global Change Biol.* 2013. Issue 19. P. 923–936. DOI: 10.1111/gcb.12093.

27. Palamarchuk V., Telekalo N. The effect of seed size and seeding depth on the components of maize yield structure. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2018. Issue 24 (No. 5). P. 785–792.

28. Sustainable agriculture in conditions of climate changes: Possible problems and ways of their solving in the South Steppe zone of Ukraine / R. A. Vozhehova et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. No. 8 (3). P. 75–82.

29. Touch V., Martin R. J., Scott J. F. Economics of Weed Management in Maize in Pailin Province Cambodia. *International*

28. Sustainable agriculture in conditions of climate changes: Possible problems and ways of their solving in the South Steppe zone of Ukraine / R. A. Vozhehova et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. No. 8 (3). P. 75–82.

29. Touch V., Martin R. J., Scott J. F. Economics of Weed Management in Maize in Pailin Province Cambodia. *International Journal of Environmental and Rural Development*. 2013. No. 4. P. 215–219.

Journal of Environmental and Rural Development. 2013. No. 4. P. 215–219.

Отримано 18.12.2021

Погоджено до друку 14.02.2022