

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РІЗНИХ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

В. В. ЛЮБИЧ, доктор сільськогосподарських наук
Уманський національний університет садівництва

У статті наведено результати досліджень формування врожаю зерна різних гібридів кукурудзи, вмісту в ньому крохмалю, протеїну та жиру. Встановлено, що продуктивність кукурудзи залежить від особливостей гібриду та погодних умов. Для стабільного отримання врожаю зерна, виходу крохмалю, протеїні та жиру необхідно вирощувати гібриди Беанія, P9241, P9415, P9911, P9903, P9175, P0074.

Ключові слова: кукурудза, гібрид, урожайність зерна, протеїн, крохмаль, жир.

Зерно кукурудзи має важливе значення для виробництва багатьох продуктів. Для стабільного виробництва зерна необхідно вирощувати високопродуктивні гібриди цієї культури. Нині створено понад 300 гібридів кукурудзи з різною реакцією на умови вирощування [1]. Тому вивчення питання щодо формування врожаю зерна та його якості є актуальними. Зернові культури є біологічним матеріалом, які мають унікальні характеристики та зумовлені генотипом і умовами навколишнього природного середовища. Вивчення біохімічної складової зерна дає можливість визначати напрямок його перероблення. Технологічне оцінювання зерна дає можливість оптимізувати формування якості кінцевого продукту [2, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні в якості сировини для виробництва круп, борошна, пластівців використовуються такі основні культури: пшениця, ячмінь, гречка, овес, кукурудза, рис, просо, горох. Обсяг світового виробництва зерна за останні роки значно зріс. В Україні кукурудза є основною кормовою культурою, і лише в невеликих кількостях використовується як сировина для продуктів харчування. Кукурудза займає провідне місце серед основних зернових культур у світовому сільськогосподарському виробництві. Виробництво кукурудзи на зерно зосереджено в регіонах з теплим кліматом. У деяких регіонах кукурудза є основою традиційного харчування населення, але здебільшого вона є частиною корму для годівлі сільськогосподарських тварин [4].

У світі кукурудза — рослина універсального використання. Нині найбільшими виробниками цієї культури є США, Китай, Мексика, Індія, Бразилія, Аргентина, Індонезія, ПАР, Франція та Італія. З неї виготовляють близько 3500 харчових і технологічних продуктів. Кукурудза використовується в харчовій, крохмальній, пивоварній та алкогольній промисловості. З появою нових напрямків розвитку біотехнологій у світі значення цієї культури зростає

ще більше. Нині в країнах Європейського Союзу активно розвивається виробництво різних видів палива з рослинних матеріалів – біодизеля, біоетанолу, біометанолу [5].

Продуктивність є складним параметром і прямо або опосередковано залежить від зв'язку між різними абіотичними, біотичними чинниками і різними складовими структури рослини. Отже, створення нових гібридів, мінливість погодних умов зумовлюють необхідність постійного проведення досліджень щодо вивчення продуктивності кукурудзи [6]. Урожайність зерна кукурудзи може змінюватися від 7,8 до 12,1 т/га [7]. Слід відзначити, що потенційна продуктивність 12–14 т/га [4].

Важливою складовою продуктивності є якість зерна [8]. Зерно кукурудзи за своїм хімічним складом відрізняється від інших зернових культур нижчим вмістом протеїну, підвищеним вмістом жиру й клітковини. У білку є лізин і триптофан — дефіцитні амінокислоти [9]. Слід зазначити, що білок у зерні розподілено нерівномірно. Найвища його вміст у зародку — 14–26 %, а в ендоспермі — 7–12 %. Вміст великої кількості крохмалю, жиру і незначної кількості клітковини зумовлюють добру перетравність усіх поживних речовин кукурудзи, особливо безазотистих екстрактивних речовин, які становлять основну масу зерна [10].

В умовах Північного Лісостепу України у зерні кукурудзи за оптимальної агротехнології вміст протеїну становив 10,9–11,2 %, крохмалю — 58,3–58,9 і жиру — 4,1–4,2 % залежно від гібриду [11]. За якісними показниками зерно кукурудзи має середнє варіювання, навіть за умови вирощування в одному агрокліматичному поясі. Особливо виражене варіювання за показниками вмісту клітковини, жиру і золи у гібридів різних груп стиглості. Встановлено, що вміст протеїну в зерні кукурудзи змінювався від 7,5 до 12,1 % залежно від гібриду [12].

Отже, аналіз огляду літератури свідчить про те, що продуктивність значно залежить від гібриду. Питанням формування біохімічної складової зерна кукурудзи залежно від гібриду та погодних умов приділяється недостатня увага.

Методика досліджень. Гібриди кукурудзи вирощували в умовах навчально-науково-виробничого комплексу Уманського НУС. Дослідження щодо технологічного оцінювання якості насіння гібридів кукурудзи проводили упродовж 2019–2020 рр. у лабораторії кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського НУС «Оцінювання якості зерна та зернопродуктів». У дослідженнях використано гібриди кукурудзи Р9234, Р8812, Р9127, Р9415, Р8816, Р9903, Р9911, Р0216, Р0074, Р9175, Р9241, які створено в Україні, оригінатор — ТОВ «Піонер Насіння України». Гібриди Беанія, Лазулія, Тірнавія закордонного виробництва (Франція), оригінатор – компанія Laboulet. Повторення дослідів триразове. Збирання врожаю зерна проводили вручну. Вміст протеїну та жиру, вологість зерна кукурудзи визначали за ДСТУ 4117:2007. Для статистичного оброблення результатів досліджень і визначення достовірності одержаних експериментальних даних використовували пакет стандартних програм (ПК «Agrostat», MSOfficeExcel).

Індекс стабільності визначали за такою формулою:

$$SE = \frac{HE}{LE},$$

де HE – найбільший прояв ознаки;

LE – найменший прояв ознаки.

Результати досліджень. Найбільше в зерні було крохмалю – від 70,3 до 72,0 % залежно від гібриду кукурудзи (табл. 1).

Табл. 1. Вміст крохмалю в зерні різних гібридів кукурудзи, %

Гібрид	Рік дослідження		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2019	2020		
P9175	70,3	70,5	70,4	1,00
Тірнавія	70,8	70,7	70,8	1,00
P9903	71,7	70,8	71,3	1,01
Лазулія	71,5	71,2	71,4	1,00
P9415	71,6	71,1	71,4	1,01
Беанія	71,6	71,4	71,5	1,00
P9127	71,5	71,4	71,5	1,00
P8812	71,6	71,3	71,5	1,00
P9234	71,7	71,4	71,6	1,00
P9241	71,4	71,9	71,7	1,01
P9911	72,0	71,6	71,8	1,01
P0216	71,9	71,8	71,9	1,00
P0074	72,0	71,7	71,9	1,00
P8816	72,2	72,1	72,2	1,00
<i>НІР₀₅</i>	3,6	3,4	–	–

Крім цього, цей показник був найстабільніший, оскільки індекс становив 1,00–1,01. Для кукурудзи дуже високим вважається вміст крохмалю > 71,0 %, високим — в межах 66,0–70,0, середнім — 61,0–65,0, низьким — 56,0–60,0 і дуже низьким < 55,0 %. Отже, за цим показником як у середньому, так і за роками досліджень 11 гібридів кукурудзи мали дуже високий вміст крохмалю. У зерні гібридів P9175, Тірнавія і P9903 він був високим. Отже, всі гібриди кукурудзи мали високий вміст крохмалю, тому їх можна рекомендувати для вирощування в Правобережному Лісостепу.

Дослідження свідчать, що вміст протеїну змінювався від 6,7 до 9,9 % залежно від гібриду та погодних умов (табл. 2). Для кукурудзи дуже високим вважається вміст протеїну > 15 %, високим — у межах 12,4–15,0, середнім — 10,1–12,0, низьким — 9,1–10,0 і дуже низьким < 9,0 %. У середньому за два роки досліджень за цим показником всі гібриди кукурудзи формували дуже низький вміст протеїну в зерні.

Табл. 2. Вміст протеїну в зерні різних гібридів кукурудзи, %

Гібрид	Рік дослідження		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2019	2020		
P9234	6,7	9,0	7,9	1,34
P8812	6,7	9,1	7,9	1,36
P9127	6,8	9,1	8,0	1,34
Беанія	6,9	9,3	8,1	1,35
P9415	6,9	9,3	8,1	1,35
P8816	7,0	9,5	8,3	1,36
Лазулія	7,2	9,6	8,4	1,33
Тірнавія	7,0	9,7	8,4	1,39
P9903	7,3	9,4	8,4	1,29
P9911	7,3	9,4	8,4	1,29
P0216	7,5	9,6	8,6	1,28
P0074	7,7	9,8	8,8	1,27
P9175	7,9	9,8	8,9	1,24
P9241	7,9	9,9	8,9	1,25
<i>НІР₀₅</i>	0,4	0,5	—	—

Вміст протеїну змінювався від погодних умов року дослідження. Так, у 2020 р. вміст протеїну був низьким — від 9,0 до 9,9 % залежно від гібриду. У 2019 р. вміст протеїну був найнижчим – від 6,7 до 7,9 % залежно від гібриду. Більші запаси вологи у глибших шарах ґрунту сприяли формуванню високого врожаю зерна, внаслідок цього вміст протеїну був нижчим (ефект розбавлення в урожаї зерна). Дефіцит вологи і висока температура повітря сприяли формуванню меншого врожаю зерна і вищого вмісту протеїну в зерні. Слід відзначити, що індекс стабільності мало змінювався залежно від гібриду кукурудзи і становив від 1,25 до 1,36.

Отже, зерно всіх гібридів кукурудзи за вмістом протеїну було від дуже низького до низького. Проте цей показник також значно змінюється залежно від генотипу кукурудзи. Так, вміст протеїну змінювався від 6,7 до 9,9 % залежно від досліджуваних чинників. Перевагу за окремими гібридами можна обрахувати за показником виходу протеїну з урожаю зерна кукурудзи.

Вміст жиру в зерні також змінювався від 2,8 до 3,9 % залежно від гібриду кукурудзи (табл. 3). Для кукурудзи дуже високим вважається вміст жиру > 7,1 %, високим — в межах 5,1–7,0, середнім — 3,9–5,0, низьким — 2,6–3,8 і дуже низьким < 2,5 %. Отже за цим показником вміст жиру в зерні кукурудзи був низьким як у середньому за два роки досліджень, так і за роками. Індекс стабільності був високим, крім гібридів Тірнавія і P9175 — 1,18–1,25. Перевагу гібриду кукурудзи за вмістом жиру також доцільно оцінювати за його виходом з урожаю зерна. Проте вміст жиру також змінюється у великому діапазоні — від 2,8 до 3,9 % залежно від умов вирощування.

Табл. 3. Вміст жиру в зерні різних гібридів кукурудзи, %

Гібрид	Рік дослідження		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2019	2020		
P9903	2,8	3,0	2,9	1,07
P0216	2,8	3,2	3,0	1,14
Беанія	2,9	3,2	3,1	1,10
P9241	2,9	3,2	3,1	1,10
P9234	2,9	3,2	3,1	1,10
Лазулія	3,1	3,3	3,2	1,06
P9911	3,0	3,3	3,2	1,10
P0074	3,1	3,4	3,3	1,10
P9127	3,2	3,5	3,4	1,09
P8816	3,2	3,5	3,4	1,09
P8812	3,2	3,6	3,4	1,13
P9175	3,8	3,1	3,5	1,23
Тірнавія	3,3	3,9	3,6	1,18
P9415	3,6	3,8	3,7	1,06
<i>НІР₀₅</i>	0,2	0,2	—	—

Вологість зерна кукурудзи у середньому за два роки дослідження змінювалась від 14,6 до 15,7 % залежно від гібриду (табл. 4).

Табл. 4. Вологість зерна різних гібридів кукурудзи, %

Гібрид	Рік дослідження		Середнє за два роки
	2019	2020	
P9241	15,1	14,1	14,6
P8816	15,5	14,2	14,9
P9234	15,3	14,5	14,9
P8812	15,2	14,6	14,9
P9415	15,6	14,2	14,9
Беанія	15,7	14,2	15,0
P0074	15,6	14,4	15,0
P9127	15,3	14,9	15,1
Тірнавія	15,5	14,9	15,2
P9911	16,1	14,3	15,2
P9903	16,1	14,6	15,4
P9175	16,2	14,5	15,4
P0216	16,0	14,7	15,4
Лазулія	16,1	15,3	15,7
<i>НІР₀₅</i>	0,8	0,7	—

Вологішим було зерно, вирощене в 2019 р. — від 15,1 до 16,1 %, а в 2020 р. — від 14,1 до 15,3 %. За цим показником зерно всіх гібридів, крім P0216 відповідають вимогам нормативних документів (ДСТУ 4525:2006. Кукурудза.

Технічні умови). Зерно врожаю 2019 р. мало вологість зерна вищу за норми, що необхідно враховувати під час його зберігання. Очевидно, що цей факт зумовлено більшою кількістю опадів 2019 р. порівняно з 2020 р. Крім цього, рослини кукурудзи використовували запаси вологи з глибших шарів ґрунту.

Урожайність зерна кукурудзи змінювався залежно від гібриду та року дослідження (табл. 5).

Табл. 5. Урожайність зерна різних гібридів кукурудзи, т/га

Гібрид	Рік дослідження				Середнє за два роки		Індекс стабільності	
	2019		2020		1	2	1	2
	1	2	1	2				
P8816	12,49	10,55	6,05	5,19	9,27	7,87	2,06	2,03
P9127	12,45	10,55	6,13	5,22	9,29	7,88	2,03	2,02
Лазулія	13,31	11,17	6,27	5,31	9,79	8,24	2,12	2,10
P9234	13,47	11,41	6,87	5,87	10,17	8,64	1,96	1,94
P8812	13,58	11,52	6,81	5,82	10,20	8,67	1,99	1,98
Тірнавія	14,25	12,04	6,35	5,40	10,30	8,72	2,24	2,23
P0216	14,73	12,37	7,26	6,19	11,00	9,28	2,03	2,00
P9241	14,97	12,71	7,31	6,28	11,14	9,49	2,05	2,02
Беанія	14,96	12,61	7,48	6,42	11,22	9,51	2,00	1,97
P9415	15,07	12,72	7,39	6,34	11,23	9,53	2,04	2,01
P9911	15,58	13,07	7,23	6,20	11,41	9,63	2,15	2,11
P9903	16,09	13,50	7,37	6,29	11,73	9,90	2,18	2,14
P9175	16,06	13,46	7,58	6,48	11,82	9,97	2,12	2,08
P0074	16,73	14,12	7,62	6,52	12,18	10,32	2,20	2,16
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,71</i>	<i>0,61</i>	<i>0,53</i>	<i>0,32</i>	—	—	—	—

Примітка. 1 – за фактичної вологості, 2 – у перерахунку на абсолютно суху масу.

Так, у 2019 р. врожайність зерна становила від 12,49 до 16,73 т/га, а в 2020 р — від 6,05 до 7,62 т/га. Причиною такого перепаду є погодні умови років дослідження. У 2019 р. випало за рік 373,6 мм, проте запаси вологи у глибших шарах ґрунту були, які рослини кукурудзи використовували. У 2020 р. за період січень — серпень випало лише 345,4 мм, проте запаси вологи в осінньо-зимовий період не відновились. Перша половина вегетаційного періоду обох років була оптимальною за кількістю опадів. У 2019 р. випало 105,4 мм за період травень — червень, а в 2020 р. — 171,4 мм опадів. У період достигання зерна (липень — серпень) кількість опадів була малою впродовж обох років досліджень (відповідно 53 і 38,5 мм). Крім цього, вегетаційний період кукурудзи також характеризувався високою температурою повітря. Тому погодні умови 2019 р. були сприятливішими, а несприятливим був 2020 р. Це було причиною низького індексу стабільності цього показник — 1,96–2,20. У перерахунку на суху речовину врожайність зерна кукурудзи у 2019 р. змінювалась від 10,55 до 14,12 т/га, а в 2020 р. — від 5,19 до 6,52 т/га залежно від гібриду.

Отже, найвищу врожайність зерна формують гібриди P9234, P8812,

Тірнавія, P0216, P9241, Беанія, P9415, P9911, P9903, P9175, P0074 — 10,17–12,18 т/га.

Вихід крохмалю також значно змінювався залежно від сорту та року дослідження. Так, цей показник змінювався від 5,63 до 7,43 т/га залежно від гібриду кукурудзи (табл. 6).

Табл. 6. Вихід крохмалю з урожаєм зерна різних гібридів кукурудзи, т/га

Гібрид	Рік дослідження		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2019	2020		
P9127	7,54	3,72	5,63	2,03
P8816	7,62	3,74	5,68	2,04
Лазулія	7,98	3,78	5,88	2,11
Тірнавія	8,53	3,82	6,18	2,23
P9234	8,18	4,19	6,19	1,95
P8812	8,25	4,15	6,20	1,99
P0216	8,90	4,45	6,68	2,00
P9241	9,07	4,51	6,79	2,01
Беанія	9,03	4,58	6,81	1,97
P9415	9,11	4,51	6,81	2,02
P9911	9,41	4,44	6,93	2,12
P9175	9,46	4,57	7,02	2,07
P9903	9,68	4,46	7,07	2,17
P0074	10,17	4,68	7,43	2,17
<i>НІР₀₅</i>	0,4	0,2	–	–

У сприятливішому 2019 р. вихід крохмалю був найбільшим — 7,54–10,17 т/га залежно від гібриду завдяки формуванню високої врожайності зерна. У 2020 р. цей показник був найменшим — від 3,72 до 4,68 т/га, оскільки урожайність була низькою. Як за роки проведення досліджень, так і в середньому за два роки найбільший вихід крохмалю забезпечувало вирощування гібридів P9234, P8812, P0216, P9241, Беанія, P9415, P9911, P9175, P9903, P0074, які необхідно вирощувати для стабільного виробництва крохмалю.

Найбільший вихід протеїну з урожаю зерна кукурудзи формували гібриди P9241, P9175 і P0074 — 813–863 кг/га (табл. 7). У п'яти гібридів цей показник був у межах 734–789 кг/га, а в решти — від 596 до 684 кг/га. Вихід протеїну також змінювався залежно від року дослідження. Так, формування більшої врожайності в 2019 р. збільшувало вихід протеїну (717–1087 кг/га), а в 2020 р. він був від 475 до 639 кг/га. Індекс стабільності виходу протеїну мало змінювався залежно від гібриду (1,44–1,70).

Отже, для стабільного формування виходу протеїну необхідно вирощувати гібриди Беанія, P9415, P0216, P9911, P9903, P9241, P9175, P0074, оскільки забезпечують найвищий його вихід у роках з різною погодою.

Табл. 7. Вихід протеїну з урожаю зерна різних гібридів кукурудзи, кг/га

Гібрид	Рік дослідження		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2019	2020		
P9127	717	475	596	1,51
P8816	739	493	616	1,50
P9234	764	529	647	1,44
P8812	772	529	651	1,46
Лазулія	804	510	657	1,58
Тірнавія	843	524	684	1,61
Беанія	870	597	734	1,46
P9415	878	590	734	1,49
P0216	928	595	762	1,56
P9911	954	582	768	1,64
P9903	985	592	789	1,66
P9241	1004	622	813	1,61
P9175	1063	635	849	1,67
P0074	1087	639	863	1,70
<i>HIP₀₅</i>	42	31	–	–

Вихід жиру з урожаем зерна ≥ 280 кг/га формувало дев'ять гібридів кукурудзи (табл. 8).

Табл. 8. Вихід жиру з урожаю зерна різних гібридів кукурудзи,

Гібрид	Рік дослідження		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2019	2020		
P9127	337	183	260	1,84
P8816	338	182	260	1,86
P9234	331	188	260	1,76
Лазулія	346	175	261	1,98
P0216	346	198	272	1,75
P9903	378	189	284	2,00
P9241	369	201	285	1,84
Беанія	366	205	286	1,79
P8812	369	209	289	1,77
P9911	392	204	298	1,92
Тірнавія	397	211	304	1,88
P0074	438	222	330	1,97
P9415	458	241	350	1,90
P9175	511	201	356	2,54
<i>HIP₀₅</i>	22	13	–	–

Проте найбільший його вихід забезпечувало вирощування гібридів P9415 і

P9175 — 350–356 кг/га. У сприятливішому 2019 р. цей показник змінювався від 337 до 511 кг/га, а в менш сприятливому 2020 р. — від 175 до 541 кг/га залежно від гібриду. У 2020 р. вихід протеїну був на 50–53 % нижчий порівняно з 2019 р. Індекс стабільності змінювався від 1,76 до 2,54 залежно від гібриду.

Отже, вирощування гібридів P9903, P9241, Беанія, P8812, P9911, Тірнавія, P0074, P9415, P9175 забезпечить найвищий вихід жиру з урожаю зерна кукурудзи.

Натура зерна кукурудзи ≥ 700 г/л була в 13 гібридів, крім P9175 (678 г/л) (табл. 9).

Табл. 9. Натура зерна різних гібридів кукурудзи, г/л

Гібрид	Рік дослідження		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2019	2020		
P9175	671	685	678	1,02
P0216	719	724	722	1,01
P9415	726	733	730	1,01
P9127	728	736	732	1,01
Лазулія	729	737	733	1,01
Беанія	732	744	738	1,02
P9234	734	745	740	1,01
P9903	742	749	746	1,01
P0074	744	756	750	1,02
P8816	749	764	757	1,02
P9911	751	764	758	1,02
P9241	754	768	761	1,02
P8812	761	771	766	1,01
Тірнавія	761	775	768	1,02
<i>HIP₀₅</i>	37	39	—	—

Проте натура зерна також значно змінювалась залежно від гібриду. Так, у зерні гібриду P0216 цей показник становив 722 г/л, а в гібриду Тірнавія 768 г/л. Слід відзначити, що всі гібриди кукурудзи мали високу стабільність формування натури зерна, оскільки цей показник наближався до одиниці. Натура зерна змінювалась за роки проведення досліджень. У 2019 р. цей показник був меншим — 671–761 г/л, а в 2020 р. — від 685 до 775 г/л. Натуру зерна понад 750 г/л, у середньому і за роки проведення досліджень, формували чотири гібрида — P9911, P9241, P8812 і Тірнавія. У дев'яти гібридів цей показник змінювався від 719 до 749 г/л.

Частка стрижня в качані кукурудзи змінювалась від 13,6 до 18,5 % залежно від гібриду (табл. 10). Найвищою вона була у гібридах Лазулія, P9911, P9903, P8812 – від 16,4 до 18,5 %. У решти гібридів цей показник був найменшим – від 13,6 до 15,3 %.

Табл. 10. Частка стрижня в качані різних гібридів кукурудзи, %

Гібрид	Рік дослідження		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2019	2020		
P0216	12,5	14,7	13,6	1,18
P9234	12,5	14,9	13,7	1,19
P0074	12,7	15,3	14,0	1,20
Тірnavія	12,9	16,1	14,5	1,25
P9127	12,8	16,2	14,5	1,27
P9241	13,3	15,6	14,5	1,17
P9415	13,1	15,9	14,5	1,21
P9175	13,8	15,8	14,8	1,14
P8816	13,7	16,2	15,0	1,18
Беанія	13,1	17,4	15,3	1,33
Лазулія	12,1	20,6	16,4	1,70
P9911	15,3	18,7	17,0	1,22
P9903	16,3	18,4	17,4	1,13
P8812	17,3	19,7	18,5	1,14
<i>НІР</i> ₀₅	0,7	0,8	–	–

Висновки. Продуктивність кукурудзи значно змінюється залежно від гібриду та погодних умов. В умовах Правобережного Лісостепу для стабільного отримання врожаю зерна, виходу крохмалю, протеїні та жиру необхідно вирощувати гібриди Беанія, P9241, P9415, P9911, P9903, P9175, P0074. Вирощування гібридів P9903, P9241, Беанія, P8812, P9911, Тірnavія, P0074, P9415, P9175 забезпечить найвищий вихід жиру з урожаю зерна кукурудзи. Для стабільного отримання врожаю зерна, виходу крохмалю, протеїні та жиру необхідно вирощувати гібриди Беанія, P9241, P9415, P9911, P9903, P9175, P0074.

Література

1. Gesch R.W., Archer D.W. Influence of Sowing Date on Emergence Characteristics of Maize Seed Coated with a Temperature-Activated Polymer. *Agron. J.* 2005. Vol. 97. P. 1543–1550.
2. Пшениця спельта / Г. М. Господаренко, П. В. Костоґриз, В. В. Любич та ін.; за заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА». 2016. 312 с.
3. Любич В. В. Біологічна цінність білка пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. Умань. 2016. Вип. 89. С. 199–206.
4. Єрмакова Л. М., Крестьянінов Є. В. Урожайність кукурудзи залежно від удобрення та гібриду на темно-сірих опідзолених ґрунтах. *Вісник Полтавської ДАА*. 2016. №4. С. 63–66.
5. Coradi P.C., Milane L.V., Andrade M.G.O., Camilo L.J., Souza A.H.S. Secagem de grãos de milho do cerrado em um secador comercial de fluxos mistos.

Braz. J. Biosyst. Eng. 2016. Vol. 10(1). P. 14–26.

6. Carvalho C.G.P., Oliveira V.R., Cruz C.D., Casali V.W.D. Análise de trilha sob multicolinearidade em pimentão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 1999. Vol. 34(4). P. 603–613.

7. Сендецький В. М. Урожайність та якісні показники зерна кукурудзи за сумісного застосування соломи та сидератів. *Таврійський науковий вісник*. 2019. №105. С. 147–154.

8. Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив. *Вісник Дніпропетровського ДАЕУ*. №2. 2017. С. 35–41.

9. Gürsoy S., Güzel E. Determination of Physical Properties of Some Agricultural Grains. *Res. J. Appl. Sci. Eng. Technol.* 2010. Vol. 2(5). P. 492–498.

10. Oliveira D.E.C., Santos M.N.S., Rufatto S. Forma e tamanho dos grãos de milho da cultivar P3646 submetidos a diferentes condições de ar de secagem. *Nativa*. 2014. Vol. 2(3). P. 162–165.

11. Асанішвілі Н. М., Корсун С. Г., Шляхтурова С. П. Якість зерна кукурудзи залежно від технології вирощування в північній частині Лісостепу. *Зб. наук. пр. Інституту землеробства*. 2014. Вип. 1–2. С. 63–66.

12. Петриченко В. Ф., Каменщук Б. Д. Оцінка якості зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Корми і кормовиробництво*. 2009. Вип. 7. С. 3–10.

References

1. Gesch, R.W., Archer, D.W. (2005). Influence of Sowing Date on Emergence Characteristics of Maize Seed Coated with a Temperature-Activated Polymer. *Agron. J*, no. 97, pp. 1543–1550.

2. Hospodarenko, G.M., Kostogryz, V.P., Liubych, V.V. (2016). *Wheat spelt*. Kyiv: SIK GROUP UKRAINE, 312 p. (in Ukrainian).

3. Liubich, V.V. (2016). Biological value of spelt wheat protein depending on the origin of the variety and strain. *Bulletin of Uman NUH*, no. 89, pp. 199–206 (in Ukrainian).

4. Yermakova, L.M., Krestyaninov, E.V. Maize yield depending on fertilizer and hybrid on dark gray podzolic soils. *Bulletin of the Poltava GAA*, 2016, no. 4, pp. 63–66. (in Ukrainian).

5. Coradi, P.C., Milane, L.V., Andrade, M.G.O., Camilo, L.J., Souza, A.H.S. (2016). Secagem de grãos de milho do cerrado em um secador comercial de fluxos mistos. *Braz. J. Biosyst. Eng.*, no. 10(1), pp. 14–26.

6. Carvalho, C.G.P., Oliveira, V.R., Cruz, C.D., Casali, V.W.D. (1999). Análise de trilha sob multicolinearidade em pimentão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, no. 34(4), pp. 603–613.

7. Sendetsky, V.M. (2019). Yield and quality indicators of corn grain with joint use of straw and green manure. *Taurian Scientific Bulletin*, no. 105, pp. 147–154. (in Ukrainian).

8. Liubich, V.V. (2017). Bread properties of grain of winter wheat varieties

depending on types, norms and terms of application of nitrogen fertilizers. *Bulletin of Dnipropetrovsk State Economic University*, no. 2, pp. 35–41. (in Ukrainian).

9. Gürsoy, S., Güzel, E. (2010). Determination of physical properties of some agricultural grains. *Res. J. Appl. Sci. Eng. Technol.*, no. 2(5), pp. 492–498.

10. Oliveira, D.E.C., Santos, M.N.S., Rufatto, S. (2014). Forma e tamanho dos grãos de milho da cultivar P3646 submetidos a diferentes condições de ar de secagem. *Nativa.*, no. 2(3), pp. 162–165.

11. Asanishvili, N.M., Korsun, S.G., Shlyakhturova, S.P. (2014). Quality of corn grain depending on the technology of cultivation in the northern part of the Forest-Steppe. *Coll. Science. etc. of the Institute of Agriculture*, no. 1–2, pp. 63–66. (in Ukrainian).

12. Petrychenko, V.F., Kamenshchuk, B.D. (2009). Estimation of grain quality of maize hybrids of different maturity groups. *Feed and feed production*, no. 7, pp. 3–10. (in Ukrainian).

Аннотация

Любич В. В.

Формирование продуктивности разных гибридов кукурузы

В статье приведены результаты исследований формирования урожая зерна различных гибридов кукурузы, содержание в нем крахмала, протеина и жира. Установлено, что продуктивность кукурузы зависит от особенностей гибрида и погодных условий. Содержание протеина изменяется от 6,7 до 9,9 % в зависимости от гибрида и погодных условий. В среднем за два года исследований по этому показателю все гибриды кукурузы формировали очень низкое содержание протеина в зерне. Содержание белка изменяется от погодных условий года исследования. Так в 2020 г. содержание протеина было низкое — от 9,0 до 9,9 % в зависимости от гибрида. В 2019 содержание протеина также было низким – от 6,7 до 7,9 % в зависимости от гибрида. Большие запасы влаги в глубоких слоях почвы способствуют формированию высокого урожая зерна, вследствие этого содержание протеина ниже (эффект разбавления в урожае зерна). Дефицит влаги и высокая температура воздуха способствует формированию меньшего урожая зерна и высокого содержания протеина в зерне. Следует отметить, что индекс стабильности мало изменяется в зависимости от гибрида кукурузы и составлял от 1,25 до 1,36.

Содержание жира в зерне также изменяется от 2,8 до 3,9 % в зависимости от гибрида кукурузы. Больше всего в зерне было крахмала — от 70,3 до 72,0 % в зависимости от гибрида кукурузы. Кроме того, этот показатель стабильный, поскольку индекс составлял 1,00–1,01. Урожайность зерна кукурузы изменяется в зависимости от гибрида и года исследования. Так, в 2019 г. урожайность зерна составляет от 12,49 до 16,73 т/га, а в 2020 г. — от 6,05 до 7,62 т/га. Причиной такого перепада являются погодные условия. Это было причиной низкого индекса стабильности этого показателя — 1,96–2,20.

Для стабильного формирования выхода протеина необходимо выращивать гибриды Беания, P9415, P0216, P9911, P9903, P9241, P9175, P0074, поскольку обеспечивают высокий его выход в годы с разной погодой. Выращивание гибридов P9903, P9241, Беания, P8812, P9911, Тирнавия, P0074, P9415, P9175 обеспечивает высокий выход жира из урожая зерна кукурузы. В условиях Правобережной Лесостепи для стабильного формирования урожая зерна, выхода крахмала, протеина и жира необходимо выращивать гибриды Беания, P9241, P9415, P9911, P9903, P9175, P0074.

Annotation

Liubych V. V.

Productivity formation of various maize hybrids

The article presents the results of research on the formation of grain yield of different maize hybrids, its content of starch, protein and fat. It is established that maize productivity depends on the hybrid characteristics and weather conditions. The protein content varies from 6.7 to 9.9 % depending on the hybrid and weather conditions. On average, in two years of research according to this indicator, all maize hybrids formed a very low protein content in grain. The protein content varies with the weather conditions of the study year. Thus, in 2020 the protein content is low — from 9.0 to 9.9 % depending on the hybrid. In 2019, this indicator was the lowest — from 6.7 to 7.9 % depending on the hybrid. Larger moisture deposits in the deeper layers of the soil contribute to the formation of high grain yield, as a result, the protein content is lower (the dilution effect in grain harvest). Moisture deficiency and high air temperature contributes to the formation of lower grain yield and higher protein content in the grain. It should be noted that the stability index varies little depending on the maize hybrid and ranged from 1.25 to 1.36.

The fat content in the grain also varies from 2.8 to 3.9 % depending on the maize hybrid. Most of the grain content was of starch — from 70.3 to 72.0 % depending on the maize hybrid. In addition, this indicator is the most stable, as the index was 1.00–1.01. Maize grain yield varies depending on the hybrid and the year of study. Thus, in 2019 the grain yield is from 12.49 to 16.73 t/ha and in 2020 — from 6.05 to 7.62 t/ha. The reason for this difference is the weather conditions of the study years. This was the reason for the low stability index of this indicator — 1.96–2.20.

For stable formation of protein yield it is necessary to grow hybrids of Beania, P9415, P0216, P9911, P9903, P9241, P9175, P0074, as they provide the highest yield in years with different weather conditions. Growing P9903, P9241, Beania, P8812, P9911, Тирнавия, P0074, P9415, P9175 hybrids will provide the highest fat yield from the maize grain crop. In terms of the Right-Bank forest steppe for stable grain harvest, starch, protein and fat yield it is necessary to grow hybrids of Beania, P9241, P9415, P9911, P9903, P9175, P0074.