

СЕЛЕКЦІЙНА ОЦІНКА ІНТРОДУКОВАНИХ СОРТОЗРАЗКІВ КУКУРУДЗИ ПРОДОВОЛЬЧОГО ВИКОРИСТАННЯ

О. Є. Клімова, кандидат сільськогосподарських наук
Інститут зернового господарства НААН України

Наведено результати вивчення інтродукованих сортів різних підвидів кукурудзи. Виділено зразки з високим рівнем прояву продуктивності та елементів її структури, частина з яких увійшла до складу ознакових колекцій кукурудзи розлусного, цукрового і кременистого типу. Використання цих колекцій сприятиме підвищенню ефективності селекційної роботи зі створення нового лінійного матеріалу кукурудзи різного напрямку використання і розширенню та збагаченню її генофонду.

Ключові слова: кукурудза, підвиди, сорт, генофонд, ознаки, продуктивність, зразки, колекції.

Кукурудза не тільки кормова культура, яка забезпечує тваринництво концентрованими та соковитими зеленими кормами, але й джерело сировини для задоволення потреб промисловості. Широке використання її зерна в харчовій промисловості дає можливість насичувати продовольчий ринок різною продукцією. Все більшого попиту останнім часом набуває кукурудзяна олія, борошно, крупа, крохмаль, глюкоза, спирт, кукурудзяні палички, пластівці, консервоване зерно тощо. Для селекції гібридів харчового напрямку в основному використовують кременистий, розлусний і цукровий підвиди [1].

Згідно з літературними джерелами, для підвидів продовольчої кукурудзи характерна обмежена генетична основа [1–3]. Складність створення високопродуктивних та конкурентоспроможних гібридів кукурудзи, в тому числі і для харчових цілей, зумовлюється недостатньою кількістю цінних інбредних ліній [4]. В той же час більшість сучасних програм з селекції кукурудзи спрямовані на поліпшення існуючих ліній першого та наступних циклів, що не забезпечує значного розширення геноплазми вихідного матеріалу [5]. Ефективність селекції при цьому визначається наявністю високопродуктивних донорів господарсько-корисних ознак різного еколого-географічного походження. Так, в Національному центрі генетичних ресурсів рослин України Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва останніми роками сформована колекція місцевих та сучасних селекційних сортів, яка включає 463 зразки кременистого, 15 цукрового і 26 розлусного підвидів, що походять з різних країн та регіонів світу і представляють певний інтерес для практичної селекції [6].

Основу успіху селекційної роботи з різними підвидами кукурудзи багато в чому визначає результативність вивчення зразків, спрямованого на виділення з базових колекцій інтродукованих з різних еколого-географічних зон сортів, як нових джерел різноякісної геноплазми.

Метою даної роботи є оцінка сортів кукурудзи, придатних для застосування в селекційних програмах зі створення нових самозапилених ліній продовольчого напрямку використання.

Дослідження проводили в селекційній сівозміні Синельниківської селекційно-дослідної станції Інституту зернового господарства згідно з "Методичними рекомендаціями польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи" [7]. Ідентифікацію морфологічних ознак сортів кукурудзи здійснювали відповідно до "Класифікатора-довідника виду *Zea Mays L.*" [8] та посібника "Ідентифікація ознак кукурудзи (*Zea mays L.*)" [9]. Статистична обробка одержаних даних виконана за Б. А. Доспеховим [10].

Агротехніка на дослідних ділянках – загальноприйнята для зони. Попередник – озима пшениця по чорному пару. Протягом 2009–2010 рр. вивчено 28 сортів різних підвидів, які надійшли з НЦГРРУ та мають досить широкий ареал в США, Канаді, Іспанії, Єгипті, Сирії, Китаї та Індії. Метеорологічні умови в роки постановки дослідів значно різнилися. Вегетаційний період 2009 р. був посушливим та відзначався дефіцитом опадів, який становив 43,3 мм від багаторічних показників. При цьому температура повітря на 5,8% перевищувала норму. За режимом зволоження 2010 р. перевищував середньобаторічні

показники на 26,5 мм і відзначався високою середньодобовою температурою, яка на 20,1% була вище за багаторічну. Абсолютні максимуми температури повітря в роки досліджень спостерігались в серпні – 34,3 і 44,0 °С відповідно за роками досліджень.

Результати вивчення інтродукованих сортів кукурудзи свідчать про їх різноманіття за морфобіологічними ознаками, підтверджуючи статистичні характеристики параметрів варіаційних рядів, до яких належать середня арифметична (\bar{X}), дисперсія (S^2) і коефіцієнт варіації (V).

За мінливістю кількісних ознак встановлено значну варіабельність зразків, що оцінювалися за продуктивністю. Коефіцієнт варіації маси зерна з качана був високим, а дисперсія виявляла підвищений розмах варіації. Найбільш високі показники мінливості даної ознаки встановлено для розлусної кукурудзи – $V=41,8$ і 24,4% (відповідно в 2009 і 2010 рр.) та кременистих зразків – $V=31,9$ і 23,0% при більш низьких абсолютних середніх значеннях у першого та підвищених у другого біотипу. Висока маса зерна з качана характерна для цукрової кукурудзи при високій – $V=20,3$ і 21,4%, але нижчій мінливості відносно інших підвидів (табл. 1).

Щодо довжини качанів, то сорти цукрової і кременистої кукурудзи характеризувались більш високими абсолютними значеннями. Мінливість даної ознаки в межах цих підвидів була середньою та низькою і визначалася умовами вирощування – $V=6,5-19,2\%$ при низькому коливанні значень дисперсії – $S^2=1,1-7,5$. У розлусної кукурудзи качани коротші, ніж у інших підвидів, їх довжина становила 14,2–15,0 см, мінливість ознаки висока – $V=42,0$ і 42,7%, а значення дисперсії сягали рівня 35,5 і 40,9, що вказує на високу гетерогенність даної вибірки за оцінюваним показником.

Мінливість ознаки "кількість рядів зерен" відображає значну дивергенцію зразків розлусної та кременистої кукурудзи – $V=22,3$ і 30,0% та 20,0 і 24,6% при підвищеному та низькому розмахові варіювання – $S^2=18,3$ і 21,0 та 5,9 і 9,2. Низька мінливість даної ознаки встановлена для генотипів цукрової кукурудзи – $V=5,0$ і 9,8%, що підтверджують і низькі значення дисперсії – $S^2=0,5$ і 2,8. Розлусна кукурудза при цьому характеризується багаторядністю, у зразків даного підвиду формується 19,2 і 19,3 рядів зерен. Середні значення даного показника встановлено для сортів цукрової кукурудзи – 14,3 і 14,8 рядів, зразки кременистого підвиду відзначаються невеликою кількістю рядів зерен – 12,2 і 12,4.

За кількістю зерен з качана, як інтегральною макроознакою насінневої продуктивності, встановлено значну різноякісність як між підвидами, так і в їх межах. Найбільші значення цієї ознаки у розлусної кукурудзи – 589 і 648 шт з качана, нижчі показники були у цукрової – 469 і 528 та кременистої – 319 і 410 шт. При цьому з'ясовано, що найвища гетерогенність за кількістю зерен з качана характерна для генотипів кременистого підвиду – $V=33,8$ і 30,0% при середній та високій мінливості ознаки у розлусного та цукрового підвидів в посушливих умовах вирощування (2009 р.) $V=18,3$ і 27,2%, поряд з середньою варіабельністю $V=12,8$ і 10,8% при достатньому зволоженні (2010 р.). Значення дисперсії цієї ознаки у кременистих сортів стабільно високе протягом років досліджень – $S^2=11650$ і 15155 при високих та середніх показниках у розлусного і цукрового підвидів.

Стабільність формування маси 1000 зерен визначалась підвидом кукурудзи та погодними умовами впродовж вегетації рослин. Найвища маса 1000 зерен виявлена серед зразків кременистого типу, середні значення становили 272,2–300,0 г поряд з високими значеннями дисперсії і високою та середньою мінливістю ознаки – $V=22,3$ і 13,4%. Встановлено середній та низький рівні прояву ознаки маса 1000 зерен у цукрової кукурудзи і низький – у розлусної при середній і низькій мінливості ознаки у першого підвиду – $V=13,8$ і 8,7% та високій у другого – $V=26,2$ і 22,7%. При цьому встановлені оцінки дисперсії підтвердили більш високу різноякісність зразків кременистої кукурудзи порівняно з іншими підвидами.

При дослідженні висоти рослин сортів, що оцінювалися, виявлено специфічність її формування залежно від підвидів кукурудзи. Найбільш високорослими були рослини розлусної кукурудзи, їх середня висота залежно від умов вегетації в роки проведення

1. Мінливість кількісних ознак у зразків кукурудзи

Параметр	Маса зерна з качана, г		Довжина качана, см		Кількість				Маса 1000 зерен, г		Висота рослин, см	
					рядів зерен		зерен з качана					
	2009 р.	2010 р.	2009 р.	2010 р.	2009 р.	2010 р.	2009 р.	2010 р.	2009 р.	2010 р.	2009 р.	2010 р.
Розлусна кукурудза												
Середнє (X)	66,8	44,5	14,2	15,0	19,2	19,3	589	648	123,0	91,2	156	218
Дисперсія (S ²)	780,5	118,3	35,5	40,9	18,3	21,0	11642	6882	1041	482	1052	1546
V, %	41,8	24,4	42,0	42,7	22,3	30,0	18,3	12,8	26,2	22,7	20,8	17,9
Цукрова кукурудза												
Середнє (X)	83,0	72,6	15,6	16,4	14,3	14,8	469	528	208	153	142	177
Дисперсія (S ²)	284,0	243,0	3,0	1,1	0,5	2,8	16363	2841	828	179	399	356
V, %	20,3	21,4	11,0	6,5	5,0	9,8	27,2	10,1	13,8	8,7	14,0	16,5
Кремениста кукурудза												
Середнє (X)	76,3	85,6	14,3	16,1	12,2	12,4	319	410	300,0	277,2	155	194
Дисперсія (S ²)	595,6	388,0	7,5	5,2	5,9	9,2	11650	15155	4467	1367	336	607
V, %	31,9	23,0	19,2	14,1	20,0	24,6	33,8	30,0	22,3	13,4	11,8	12,7

дослідження становила 156 і 218 см. Дещо нижчими були зразки кременистої кукурудзи (155–194 см). Рецисивний ген su_1 певним чином обмежує висоту рослин цукрової кукурудзи – генотипи були, як правило, низько- та середньорослими – 142–177 см. Різноманітність вибірок засвідчили коефіцієнти варіації, які були найвищими у розлусної кукурудзи – $V=20,8$ і $17,9\%$ та середніми для інших підвидів – $V=11,8$ – $16,5\%$. Розмах мінливості ознаки високий у розлусного підвиду і середній – у цукрового і кременистого, що підтверджує високу та середню гетерогенність вибірок, що досліджувалися.

Більш повно розкриває потенційні можливості сортів різних підвидів кукурудзи вивчення їх за основними морфобіологічними ознаками і виявлення серед них джерел господарсько-корисних ознак.

За тривалістю періоду "сходи-цвітіння качанів" (67-71 діб) сорти розлусної кукурудзи належать до групи середньостиглих і середньопізніх. Серед цукрової кукурудзи виділено ранньостиглі зразки: King Arthur – 45 діб, Athos – 50 діб. Сорт Silver Queen віднесено до групи середньостиглих – 68 діб від сходів до цвітіння качанів. Інші зразки належать до середньоранньої групи. Більшість зразків кременистої кукурудзи мали період "сходи – цвітіння качанів" від 44 до 50 діб. Лише сорт Шень 902 ввійшов до групи середньостиглих. Сорти даного підвиду завдяки короткому вегетаційному періоду можуть бути використані для розширення і збагачення генетичної основи ранньостиглого лінійного матеріалу, який в подальшому може бути включений до програми селекції ранньостиглих гібридів кременистого типу (табл. 2).

Високою зерною продуктивністю (більше 90 г зерна з качана) характеризувались сорти Silver Queen (США) і Merlin (Канада) цукрового підвиду та Шень 902 (Китай), Місцева (Індія), Cee, Xermada і Cuillarey (Іспанія) кременистого. При цьому сорти Місцева (Єгипет), Місцева і Місцева 2 (Сирія) розлусної кукурудзи, Athos (Канада) цукрової та Шень 902 (Китай) кременистої відзначалися високою насінневою продуктивністю, кількість зерен з качана у них в середньому за два роки вивчення була більше 600 зерен. Сорт розлусної кукурудзи Streisberry (США) і більшість зразків цукрової формували на качані в середньому 420–568 зерен. Середній ступінь озерненості (більше 400 зерен з качана) характерний таким сортам, як Місцева (Індія), La Franguiera, Prodacabala, Cee, Xermada (Канада) кременистого підвиду.

Джерелом довгокачанності та значної кількості зерен в ряду (більше 17 см і 39 шт) є зразки розлусної кукурудзи, за виключенням сорту Streisberry, який мав низькі показники – лише 5,4 см та 17,9 зерен в ряду. Серед цукрової кукурудзи довгокачанність і висока кількість зерен в ряду характерна сортам King Arthur, Merlin, Lancelot, Athos, а в групі кременистих за даними ознаками вирізнялися Шень 902, La Franguiera і Cee, які формували качани довжиною понад 16 см і більше 30 зерен в ряду.

Найбільшу кількість рядів зерен виявлено у сорту розлусної кукурудзи Streisberry (26,8) та кременистої Шень 902 (19,2). Підвищеною кількістю рядів зерен на качані характеризувались сорти цукрового підвиду King Arthur і Athos – 15,6 рядів. Решта зразків цукрової та кременистої кукурудзи в основному мали 12,4–14,8 рядів зерен, за виключенням сортів Coristanca і Cuillarey з незначною кількістю рядів зерен в качані – 8,8 і 11,6 шт.

Крупнозерність (маса 1000 зерен більше 300 г) була у зразків кременистого підвиду Місцева (Індія), Coristanca і Cee (Іспанія). Решта зразків даного підвиду характеризувались середньою масою 1000 зерен, яка варіювала в межах генотипів від 246 до 289 г. В дану групу віднесено і американський сорт цукрової кукурудзи Silver Queen з масою 1000 зерен 209 г. Решта сортів цукрової та всі сорти розлусної кукурудзи віднесено до дрібнонасінневих форм. Такий характер формування крупності насіння у даних сортів зумовлений специфічністю генотипових особливостей накопичення вуглеводів в ендоспермі зерна цих підвидів кукурудзи та довготривалістю добору при їх створенні, який був спрямований на підвищення технологічних і смакових якостей, а не на збільшення врожайності.

Вагомий внесок у формування високопродуктивних качанів забезпечили лінійні розміри зерна, де довжина є визначальною ознакою. Всі зразки розлусної кукурудзи мали коротке та кулясте зерно, довжина якого коливалась в межах 3,5–6,3 мм. Довгозерністю

2. Сорти-джерела господарсько-цінних ознак харчової кукурудзи (2009–2010 рр.)

Зразок	Країна, з якої похо- дить	Період "сходи- цвітіння качанів", діб	Маса зерна з ка- чана, г	Дов- жина кача- на, см	Зерен в ряду, шт	Рядів зерен, шт	Зерен з качана, шт	Маса 1000 зерен, г	Діаметр качана, см	Дов- жина зерна, мм	Висота, см		Стійкість до виля- гання, бал
											рос- лин	прикріп- лення качанів	
Розлусна кукурудза													
Місцева	Єгипет	71	61,7	17,1	39,9	17,0	678	125	3,03	6,3	198	96	9
Місцева	Сирія	67	67,2	17,6	39,5	16,6	658	112	2,94	4,2	219	103	7
Місцева 2	Сирія	68	66,0	18,3	39,4	16,6	654	124	3,11	5,6	197	89	7
Streisberry	США	68	27,7	5,4	17,9	26,8	480	69	3,50	3,5	137	63	5
Цукрова кукурудза													
Silver Queen	США	65	90,4	14,4	30,9	12,9	399	209	3,80	8,5	185	49	7
Candi Corn	США	58	52,8	14,3	30,4	13,8	420	196	3,38	6,9	167	49	6
King Arthur	Канада	45	75,6	16,2	30,4	15,6	472	160	4,32	9,3	150	38	7
Merlin	Канада	51	92,8	17,0	35	14,8	518	184	4,18	7,9	176	53	8
Lancelot	Канада	54	77,2	17,2	38,4	14,8	568	17,6	4,10	9,8	171	40	9
Athos	Канада	50	78,0	17,0	39,4	15,6	615	160	4,12	8,6	165	33	8
Кремениста кукурудза													
Шень 902	Китай	68	91,5	16,1	31,7	19,2	609	260	4,72	9,9	185	65	7
Місцева	Індія	49	99,4	15,5	29,9	13,8	413	317	4,24	9,2	187	52	6
La Franguiera	Іспанія	47	70,2	16,5	33,1	12,4	410	246	3,64	7,8	189	61	5
Maceda	Іспанія	47	69,8	16,4	25,9	13,8	357	285	4,32	9,1	162	39	6
Prodacabala	Іспанія	48	80,2	17,0	29,6	13,6	403	289	4,01	7,5	174	52	8
Coristanca	Іспанія	50	72,4	13,6	25,8	8,8	22,7	345	3,65	8,0	177	55	9
Cee	Іспанія	43	133,1	21,6	35,2	13,9	489	324	3,84	8,2	220	82	6
Xermada	Іспанія	44	99,1	15,0	30,8	14,8	456	263	4,30	8,1	177	47	8
Cuilarey	Іспанія	50	93,7	15,7	31,4	11,6	364	278	3,93	8,4	183	65	7

(більше 9 мм) відзначалися такі сорти: King Arthur і Lancelot у цукрової та Шень 902, Місцева (Індія), Maceda (Іспанія) у кременистої. Підвищена довжина зерна (більше 8 мм) встановлена у цукрових сортів Silver Queen (США) і Athos (Канада) та Сее, Xermada і Cuillarey (Канада) у кременистих.

Для технологічної переробки зерна кукурудзи важливою ознакою є товщина качана, або його діаметр в середній частині. До товстокачанних форм належать більшість зразків цукрового підвиду, з яких King Arthur, Merlin, Lancelot, Athos формували качани діаметром 4,10–4,32 см. В дану групу ввійшли такі кременисті сорти, як Шень 902 (Китай), Місцева (Індія), Maceda, Prodacabala, Xermada (Іспанія), в яких діаметр качана варіював від 4,01 до 4,72 см. Всі сорти розлусного підвиду завдяки короткому зерну і тонкому стрижню мали тонкі качани, діаметр яких не перевищував 3,5 см.

Висота рослин і висота прикріплення качанів поряд з іншими компонентами структури, впливали на продуктивність генотипів та визначали їх придатність до механізованого збирання. З'ясовано, що розлусна кукурудза завдяки більш тривалому вегетаційному періоду характеризується високорослістю. Кращі зразки цього підвиду – Місцева (Єгипет) і Місцева (Сирія) – були висотою 198–219 см при високому розташуванні качанів на стеблові – 96–103 см від поверхні ґрунту. Серед цукрового і кременистого підвидів лише сорти Silver Queen, Merlin, Шень 902, Місцева з Індії, La Franguiera, Corictanca, Сее і Cuillarey мали відносно велику висоту рослин (176–220 см) з розташуванням качанів на стеблі на висоті 49–82 см, що відповідає вимогам механізованого збирання.

Згідно з оцінками стійкості до вилягання, одержаними впродовж 30-ти добового перестоювання рослин на пні після дозрівання зерна, сорти Місцева (Єгипет), Lancelot і Corictanca віднесено до високостійких (бал 9). Підвищену стійкість до вилягання (8 балів) мали зразки Merlin і Athos цукрової та Prodacabala і Xermada кременистої кукурудзи. Решту форм віднесено до середньостійких.

Під час досліджень виділено сорт Шень 902 як джерело комплексу ознак з поєднанням високої зернової і насінневої продуктивності, довгокачанності, багаторядності, довгозерності, значної товщини качана, підвищеної висоти рослин та високого розташування качанів на стеблі. Цінними є зразки, що поєднують високий рівень прояву різних ознак: продуктивність, кількість зерен з качана, довжина качана, кількість зерен в ряду та висота рослин і висота прикріплення качанів розлусної кукурудзи – Місцева 2 (Сирія) і цукрової – Athos (Канада); продуктивності, довгокачанності, підвищеної кількості зерен в ряду і озерності качана, крупнозерності, довжини зерна, висоти рослин і прикріплення качанів кременистого підвиду – Місцева (Індія), Сее (Іспанія).

Проведене вивчення інтродукованих сортів різних підвидів кукурудзи дало можливість ідентифікувати їх за тривалістю вегетаційного періоду, ознаками продуктивності, елементами її структури і стійкістю до вилягання, виявити зразки з високим проявом ознак в мінливих умовах вирощування зони північного Степу та створити ознакові колекції. Дані генотипи можуть використовуватись для поліпшення і створення лінійного матеріалу з наступним його залученням для синтезу нових гібридів.

Формування описаної колекції є першим етапом. Подальші дослідження мають бути спрямовані на створення ознакових колекцій за іншими групами ознак і властивостей, зокрема, стійкістю до біо- та абіотичних чинників, технологічними і якісними показниками. Залучення в селекційний процес екзотичної плазми виділених сортів дасть можливість розширити генетичну основу вихідного матеріалу харчової кукурудзи і збагатити її генофонд.

Бібліографічний список

1. *Тимчук С. М.* Селекція гібридів кукурудзи харчового та технологічного призначення / *С. М. Тимчук* // Матеріали Міжнар. конф., присвяченої 90-річчю від дня заснування Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва [«Наукові основи стабілізації виробництва продукції рослинництва»], (Харків, 2001). – X., 2001. – С. 171–181.

2. *Calinat W. C.* The evolution of sweet corn / *W. C. Calinat* // *Mass. Agric. Exp. Sth. Res. Bul.* – 1971. – P. 591.
3. *Dobley J. F.* Exceptional genetic diversity of Norten Flint corn / *J. F. Dobley, M. M. Goodman, C. W. Stuber* // *Am. J. Bot.* – 1986. – N 173. – P. 64–69.
4. *Гур'єва І. А.* Генетичні ресурси кукурудзи в Україні / *І. А. Гур'єва, В. К. Рябчун.* – Х., 2007. – 392 с.
5. *Шиманский Л. П.* Фенотипический рекуррентный отбор в синтетических популяциях кукурузы / *Л. П. Шиманский* // *Материалы Междунар. науч.-практ. конф. [«Принципы и методы оптимизации селекционного процесса сельскохозяйственных растений»], (Жодино, 2005).* – Минск, 2005. – С. 184–190.
6. *Рябчун В. К.* Методичні підходи до формування базової та ознакових колекцій кукурудзи / *В. К. Рябчун, І. А. Гур'єва, Н. В. Кузьмишина* // *Генетичні ресурси рослин.* – 2008. – № 5. – С. 69–76.
7. Методичні рекомендації польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи. – Х., 1993. – 29 С.
8. Класифікатор довідник виду *Zea mays L.* – Х., 2009. – 82 с.
9. Ідентифікація ознак кукурудзи *Zea mays L.*: (навч. посібник). – Х., 2007. – 137 с.
10. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта / *Б. А. Доспехов.* – М.: Колос, 1985. – 315 с.