

Колекція Устимівської дослідної станції як джерело вихідного матеріалу для селекції кукурудзи з поліпшеними біохімічними показниками зерна

Ю. В. Харченко, Л. Я. Харченко

Устимівська дослідна станція рослинництва Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН України, вул. Академіка Вавилова, 15, с. Устимівка, Глобинський р-н, Полтавська обл., 39074, Україна, e-mail: udsr@ukr.net

Мета. Виявити перспективні зразки кукурудзи з колекції Устимівської дослідної станції рослинництва з важливими біохімічними показниками якості – високим вмістом білка й крохмалю в зерні. **Методи.** Польовий, лабораторний, узагальнення. **Результати.** Проведено розподіл колекційних зразків кукурудзи за біохімічними показниками. Виділено лише одну лінію з дуже високим вмістом білка 15,8% – ‘УХК 464’ (Україна). Високий рівень вмісту білка мали 57 ліній і 35 сортів різного еколого-географічного походження, що дає можливість добору цінних форм. Серед самозапилених ліній до джерел дуже високого вмісту білка (14,0–15,0%) віднесено: ‘УХ 220’ (Україна) та ‘А 27-51’, ‘R 168’ (США). Вміст білка в межах 12,0–12,9% мали 10 сортів кукурудзи, кращі з них місцевий сорт ‘UB0104037’ (Росія), ‘UB0100419’, ‘Cuzco’ (Мексика). Серед ліній кукурудзи, створених шляхом залучення форм з генами *ix*, *se*, *o₂*, *ae*, *su₁*, *su₂*, *sh₂*, виділено зразки, що поєднують високу зернову продуктивність із підвищеним вмістом білка. За дуже високим вмістом крохмалю в зерні (70,0–75,5%) виділено 147 зразків, зокрема 39 ліній і 108 сортів. Лише три лінії – ‘ХЛГ 4’ та ‘А 169’ (Україна), ‘7023’ (Німеччина) – мали вміст крохмалю понад 76,0%. У 23 ліній цей показник варіює в межах 73–75%. Кращі з них: ‘ЛК 14795’, ‘УХК 383’, ‘УХР 74-2’ (Україна), ‘МА 23С’ (Франція), ‘Б 312’ (Росія), ‘ЛН 59’ (США), ‘ВС 70511’ (Хорватія), ‘N 4-1-6’ (Сербія і Чорногорія), ‘Martonvasar 1’, ‘Martonvasar 2’ (Угорщина). У процесі створення гібридів і ліній з підвищеним вмістом білка та крохмалю рекомендовано вводити в селекційний процес самозапилені лінії ‘G 6’, ‘CO 72-75-13 PR’, ‘D-BE-14’, ‘W 117’, ‘407’, ‘P 502 зМ’, ‘УХК 565’, ‘Oh 45’. Це дасть змогу одержувати цінний вихідний матеріал, що слугуватиме основою для пріоритетних напрямів селекції кукурудзи. **Висновки.** За результатами вивчення зразків кукурудзи виділено цінний вихідний матеріал для створення ліній і гібридів з поліпшеним біохімічним складом зерна. Досліджувані зразки знаходяться в колекції Устимівської дослідної станції та Національного центру генетичних ресурсів рослин і можуть бути використані селекціонерами й іншими споживачами в теоретичних і практичних розробках.

Ключові слова: харчова та цукрова кукурудза, колекція генетичних ресурсів, крохмаль, білок.

Вступ

Кукурудза (*Zea mays* L.) має різноманітне застосування як продовольча, фуражна та технічна культура. З неї можна виготовляти понад 200 різних страв, кондитерських виробів і напоїв. Цінні властивості кукурудзи перевірені протягом багатьох століть у різних країнах. Її небезпідставно вважають одним з найкращих представників зернових і кормових культур [1]. Кукурудзяна крупа за вмістом білка та крохмалю переважає пшоно й перлову крупу. У провідних країнах світу близько 20–35% валового збору зерна кукурудзи використовують на продовольчі потреби, а споживання на одну особу в рік перевищує 28–32 кг. В Україні цей показник варіює від 2,5–3,5 кг у східних до

9–12 кг у західних областях [2]. Різноманітне використання продуктів, які виготовляються з кукурудзи, спонукає переробну промисловість висувати особливі вимоги до сировини залежно від кінцевого продукту, інколи протилежні та взаємовиключні. Тому селекціонери ведуть наполегливу роботу в багатьох напрямках поліпшення якості кукурудзи, створюючи спеціалізовані гібриди культури для конкретного використання.

Для виконання всього комплексу завдань щодо поліпшення якостей кукурудзи потрібно використати широке генетичне різноманіття вихідного матеріалу, провести його генетичну оцінку й колекції ідентифікованих мутантів – носіїв цих ознак і властивостей для поліпшення ліній та гібридів під час селекційного процесу [3].

За оцінками FAO [4], наразі лише 30 сільськогосподарських культур забезпечують 95% потреб людства в калорійній їжі і тільки чотири з них – рис, пшениця, кукурудза і картопля – забезпечують понад 60%. Вра-

Yurii Kharchenko
<https://orcid.org/0000-0003-0901-9624>
Lubov Kharchenko
<http://orcid.org/0000-0002-3962-1416>

ховуючи, що відносно мала кількість сільськогосподарських культур відіграє надто важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки, необхідно насамперед зберегти різноманітність всередині цих культур. Для цього у світі налічується близько 1800 генетичних (селекційних) банків рослин. Найбільші за кількістю зразків кукурудзи знаходяться в Мексиці, Португалії, США, Китаї, Індії, Росії, Японії. До складу колекцій зародкової плазми кукурудзи *ex situ* та *in situ* включено місцеві сорти, традиційні сорти, поліпшені популяції (синтетичні популяції, сорти-популяції, цикли добору), інбредні лінії, а також дикорослі споріднені види [5]. В Україні у 1992 р. з ініціативи президента Української академії аграрних наук академіка О. О. Созінова розпочато програму «Генетичні ресурси рослин», спрямовану на створення Національного банку генетичних ресурсів рослин України. Наразі в Національному центрі генетичних ресурсів рослин України, що входить до складу Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва, сформовано генетичний банк польових культур із 65,7 тис. зразків. Устимівська дослідна станція рослинництва (УДСР) є однією з провідних установ України, де формуються колекції середньострокового зберігання насіння по деяких культурах та їхніх групах, зокрема кукурудзі. З 1954 р. співробітниками Устимівської дослідної станції рослинництва під керівництвом провідних учених (Сидоров Ф. Ф., Шмараєв Г. Є., Матвеева Г. В., Рябчун В. К., Гур'єва І. А.) зібрана, вивчається та зберігається колекція генетичного різноманіття кукурудзи. Її основою є унікальні зразки зборів, розпочатих М. І. Вавиловим, продовжених його колегами й учнями (Столетова А. Е., Якушевський Е. С., Лисов В. Н. та ін.) у 1920–1941 рр. Це сортозразки, що культивувалися на території колишнього СРСР і були внесені до колекції ВІР (згодом до колекції УДСР), а місцеві сорти селянських господарств ще не були витіснені селекційними [6].

Широкому використанню кукурудзи в промисловості сприяють високі хімічні та технологічні показники її зерна. На хімічний склад зерна кукурудзи впливають належність до певної групи, різновиду й сорту, а також умови зовнішнього середовища й агротехніки [7]. Створення гібридів кукурудзи з поліпшеним біохімічним складом зерна залежить від наявності різноманітного та якісного вихідного матеріалу для селекції. Він повинен вирізнятися високим генетично зумовленим рівнем ознак якості зерна, ста-

більно відтворювати цей рівень в різних кліматичних умовах вирощування і поєднуватися з продуктивністю й іншими важливими господарськими ознаками [8].

Мета досліджень – проаналізувати генофонд колекції кукурудзи Устимівської дослідної станції за продуктивністю, вмістом білка та крохмалю й виділити найбільш перспективний вихідний матеріал для селекції гібридів із поліпшеним біохімічним складом зерна в умовах Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень

Матеріалом для досліджень була колекція кукурудзи Устимівської дослідної станції рослинництва (УДСР). Колекційний матеріал (640 зразків кукурудзи різного географічного походження) вивчали на полях УДСР, яка розташована в зоні Південного Лісостепу протягом 2005–2016 рр. Зразки оцінювали за результатами трирічного вивчення. Польові дослідні проводили згідно із загальноприйнятою методикою, з урахуванням зональних особливостей вирощування кукурудзи. Біохімічні дослідження проводили в біохімічній лабораторії УДСР та лабораторії генетики і біотехнології Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН України (ІР). Для аналізу використовували зерно виключно від контрольованого запилення. Зразки оцінювали згідно з Методичними рекомендаціями польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи [9].

Зразки висівали на однорядковій ділянці площею 4,9 м². Стандартами для ліній були селекційні лінії за групами стиглості: ранньостигла 'F 2' (Франція), середньорання 'УХ 52' і середньостигла 'ДС 103' (Україна). Стандартом для селекційних та місцевих сортів, популяцій був гібрид 'Харківський 295 МВ' (Україна).

У зоні діяльності дослідної станції клімат перехідний від лісостепового до степового, помірно континентальний з нестійким зволоженням. Гідротермічний коефіцієнт у середньому дорівнює 0,96. Сума ефективних температур – 2900 °С з кількістю опадів за цей період 280 мм. Річна кількість опадів 430–480 мм є достатньою для росту рослин. Проте розподіляються вони нерівномірно, від оптимальних – із сприятливим збалансуванням вологи й тепла, до критичних – з надмірно високою температурою повітря і відсутністю опадів. Погодні умови, що склалися в роки досліджень (2005–2016), відзначалися відчутною мінливістю за основними фазами онтогенезу рослин кукурудзи і дали змогу об'єктивно оцінити вихідний матері-

ал, визначити його адаптивні властивості та виділити зразки зі стабільним проявом ознак.

Результати досліджень

Станом на 01.11.2017 р. колекція станції налічує 2364 зразки кукурудзи, з них: 1196 – самозапилени лінії, 608 – місцеві сорти, 349 – селекційні сорти, 86 – синтетичні популяції, 104 – генетичні лінії та ін. Із наявного генофонду українське походження мають 50 селекційних сортів, 204 місцеві сорти та форми, 755 селекційних ліній та 4 синтетичні популяції.

За ботанічним складом зразки колекції належать до кременистого (44,5%), зубоподібного (27,3%), напівзубоподібного (22,5%), цукрового (3,0%), розлусного (1,1%), воскоподібного (0,7%) та крохмалистого (0,9%) підвидів.

Широке різноманіття зразків кукурудзи за ботанічними підвидами дає змогу забезпечити запити селекціонерів щодо вихідного матеріалу різних напрямів селекції. Серед ліній колекції вивчали форми різного географічного походження та різних підвидів, зокрема створену в ІР низку селекційно-цінних самозапилених ліній кукурудзи на основі мутантних генів, які контролюють біохімічний склад зерна та структуру його ендосперма (автор Тимчук С. М.).

Проведено розподіл за рівнем білка та крохмалю 648 зразків кукурудзи згідно з класифікатором-довідником виду *Zea mays* L. [10], з них 266 місцевих і селекційних сортів та 382 самозапилени лінії (табл. 1).

Крохмаль – основний біохімічний показник, що характеризує якість зерна кукурудзи, призначеного для використання в переробній промисловості. У дослідженнях лише три лінії – ‘ХЛГ 4’, ‘А 169’ (Україна), ‘7023’ (Німеччина) – мали вміст крохмалю понад 75,2%. У 23 ліній цей показник варіював у межах від 73,0 до 74,8%. Кращі з них – ‘ЛК 14795’, ‘УХК 383’, ‘УХР 74-2’ (Україна),

‘МА 23 С’ (Франція), ‘Б 312’ (Росія), ‘ЛН 59’ (США), ‘ВС 70511’ (Хорватія), ‘N 4-1-6’ (Сербія і Чорногорія), ‘Martonvasar 1’, ‘Martonvasar 2’ (Угорщина). Серед ліній було виділено більше зразків із дуже високим вмістом крохмалю (28,3%) ніж серед сортів і популяцій (14,6%). Високий вміст крохмалю виявлено в 49,3% ліній. Дуже малий вміст крохмалю мають лише 8 ліній і 12 сортів.

Продуктивність рослин є складною кількісною ознакою, яку слід розглядати в системі модуля ознак, що має два компоненти: кількість зерен на качані та маса 1000 зерен [11]. Також важливою ознакою, що визначає рівень продуктивності, є кількість качанів на рослині. Не завжди зразки з високими показниками якості зерна мають високу продуктивність. У досліджах вдалося виділити зразки кукурудзи, що поєднують високі біохімічні показники зерна з підвищеними значеннями елементів структури продуктивності рослини.

Серед зразків із вмістом крохмалю (понад 70%) виділено 44 лінії, які формують підвищену продуктивність за рахунок високої озерненості (понад 450 шт.). Зокрема, це ‘УХР 143-2’, ‘ОД 104 ТВ’ (Україна), ‘МО 39’ (США), ‘МАН 053’ (Молдова) та ін. і 19 сортів (‘Місцева К 505’ (Україна), ‘Kosara 194’ (Болгарія), ‘Хermade’ (Іспанія), ‘Шень 902’ (Китай) та ін. (табл. 2).

За рахунок великої маси 1000 зерен (понад 300 г) формували продуктивність 24 лінії (‘УП 101’, ‘УХ 372 (Україна), ‘Oh 45’ (США), ‘FC 1138’ (Франція), ‘7023’ (Німеччина), ‘Б 223’ (Росія) та ін.) і 22 сорти (місцевий сорт UB0103796 (Україна), ‘Суслова біла’ (Албанія), ‘Cambre’ (Іспанія) та ін.). Слід виділити зразки, що стабільно по роках вивчення формували 1,5–2 качани на рослині: ‘УХ 212’ (Україна), ‘F 522’ (Франція), ‘RF 90’, ‘PS 77-2-11’, ‘МО 401’ (США). Лише у 9 сортів [місцеві сорти: ‘UB0103817’, ‘UB0103797’ (Україна); ‘Н POL 30 C0 23’,

Таблиця 1

Розподіл зразків кукурудзи за вмістом білка й крохмалю в зерні (2005–2016 рр.)

Клас за рівнем прояву показника	Білок					Крохмаль				
	рівень прояву показника, %	місцеві та селекційні сорти		лінії		рівень прояву показника, %	місцеві та селекційні сорти		лінії	
		кількість зразків, шт.	%	кількість зразків, шт.	%		кількість зразків, шт.	%	кількість зразків, шт.	%
Дуже низький	≤ 9,0	9	3,4	21	5,5	≤ 55	12	4,5	8	2,1
Низький	9,1–10,0	40	15,0	79	20,7	56–60	24	9,1	14	3,6
Середній	10,0–12,0	182	68,4	224	58,6	61–65	60	22,5	35	9,2
Високий	12,1–15,0	35	13,2	57	14,9	66–70	131	49,3	217	56,8
Дуже високий	> 15,0	0	0	1	0,3	> 70	39	14,6	108	28,3
Всього	–	266	100	382	100	–	266	100	382	100

‘Н POL 16 CO 28’ (Мексика), ‘Martonvasar 1’, ‘Martonvasar 2’ (Угорщина), UB0106562 (Індія), ‘Paytagt’ (Туркменістан), ‘Zonglollov’ (США), ‘Kosara 194’ (Болгарія) та 9 ліній [‘УХ 372’, ‘ЗК 292’, ‘УХК 439’ (Україна), ‘149’, ‘МО 401’, ‘МО SQA (S7) C16’ (США), ‘СЕ 5’ (Словаччина), ‘Б 234 з М’ (Росія)] високий вміст крохмалю поєднувався із підвищеною продуктивністю та її складовими (озерненістю, кількістю рядів зерен, масою 1000 зерен та ін.).

У досліджуваних зразків вміст білка в зерні варіював у межах 9–15%. Більшість ліній і сортів віднесено до групи з середнім вмістом білка (10,0–12,4%). У сортів вміст білка був на рівні або дещо нижче, ніж у

ліній. Виділена лише одна лінія з дуже високим вмістом білка – 15,8% [‘УХК 464’ (Україна)]. Високий вміст білка мали 57 ліній і 35 сортів різного еколого-географічного походження, що дає змогу добору селекційно-цінних форм. Погодні умови впливають на кількість накопичуваного білка в зерні. Так, за високих температур вміст білка підвищується [12]. Було виділено лінії та сорти з підвищеним вмістом білка і стабільним проявом цієї ознаки. Це лінії: ‘УХ 464’ (min 14,9% – max 16,1%), ‘УХ 591’ (14,1% – 14,8%) (Україна), ‘Oh 45’ (13,5% – 14,2%), ‘А 675’ (13,6% – 13,9%) (США), ‘СО 151’ (13,9% – 14,6%) (Канада) та сорти ‘Місцева К 101’ (13,7% – 14,9%), ‘Чинквантино тон-

Таблиця 2

Характеристика кращих високобілкових зразків кукурудзи за господарсько-цінними ознаками та елементами продуктивності

Номер Національного каталогу	Зразок та його походження	Вміст білка, %	Продуктивність однієї рослини, г	Кількість зерен на качані, шт.	Довжина качана, см	Маса 1000 зерен, г	Кількість качанів на одній рослині, шт.	Висота, см		Кількість діб від сходів до повної стиглості
								рослини	прикріплення верхнього качана	
Лінії										
UB0103262	УХК 464, UKR	15,8	78,4	432	14	240	1,1	160	44	120
UB0108834	УХК 554, UKR	14,8	98,0	470	15	267	1,1	170	55	116
UB0108033	УХ 591 UKR	14,5	95,4	450	14	470	1,1	172	51	116
UB0102630	Б 234, RUS	14,4	100,0	450	16	260	1,0	160	37	100
UB0101117	CH 27, CHE	14,4	46,4	260	12	232	1,1	145	40	100
UB0100327	CO 151, CAN	14,3	32,8	179	13	296	1,0	160	41	112
UB0102915	G 6, DEU	14,1	67,3	210	14	310	1,2	143	25	103
UB0100303	CO 191, CAN	14,0	42,8	384	12	195	1,0	154	43	100
UB0100305	CO 72-75-13 PR, CAN	14,0	45,4	324	14	218	1,2	130	37	101
UB0100435	Oh 45, USA	13,8	100,1	422	18	368	1,1	190	48	111
UB0101047	407, DEU	13,8	26,8	141	10	250	1,0	133	30	116
UB0105544	G 124-5-6, DEU	13,8	60,7	200	13	334	1,5	178	60	113
UB0103859	УХ 1, UKR	13,7	38,2	244	11	211	1,1	122	30	105
UB0106257	GG 1, CAN	13,6	87,6	425	14	294	1,1	170	50	110
UB0100846	A 675, USA	13,8	77,8	387	13	232	1,2	180	56	114
UB0103268	УХК 472, UKR	13,4	35,5	300	12	240	1,1	160	39	106
UB0101122	MA 71A19, FRA	13,4	54,3	294	16	235	1,0	158	40	115
UB0103832	ХЛГ 36, UKR	13,3	103	433	15	283	1,1	170	45	108
UB0102357	P 502 зМ, USA	13,3	56,6	360	14	216	1,1	155	45	110
UB0103745	КИН 090, RUS	13,2	70,0	280	12	300	1,0	140	40	108
UB0106272	W 64 ARF/2, USA	13,2	89,2	450	19	284	1,3	190	67	99
UB0100048	CO 38, CAN	12,9	65,4	240	15	264	1,1	132	33	99
Стандарт УХ 52, UKR		10,2	63,6	300	14	260	1,1	142	38	90
Місцеві та селекційні сорти										
UB0103867	Місцевий К101, MDA	14,2	83,3	505	17	196	1,1	200	65	107
UB0108966	Tcherni vrah 202, BGR	14,1	140,0	531	13	330	1,1	221	80	111
UB0111024	X 12/4, UKR	14,1	103,5	391	17	314	1,1	211	72	106
UB0100415	Чинквантино тонкострижневий, MDA	14,1	78,1	355	14	228	1,3	163	40	99
UB0103220	Оаха 70, MEX	13,1	83,3	210	14	442	1,1	262	113	129
UB0108791	Н POL 31 CO 20, MEX	13,0	119,0	423	24	426	1,1	297	120	130
Стандарт Харківський 195 MB, UKR		9,8	168,2	540	19	326	1,1	231	70	100

кострижневий (Молдова), 'X 12/4' (14,0% – 14,4%) (Україна), 'Tcherni vrah 202' (14,1% – 15,0%) (Болгарія).

За даними О. І. Фадєєва та ін. [13, 14], у гібридів спостерігається тенденція до пониження вмісту білка внаслідок значного підвищення рівня їх продуктивності. Серед зразків із підвищеним рівнем білка виділено лише 13 ліній ('A 624 MB', 'ХЛГ 36' (Україна), 'Т 45' (Болгарія), 'Oh 45', 'W 64 ARF/2' (США), 'CG 1' (Канада), 'ЮВ 218' (Росія) та інші) та 8 сортів ['Gueixallt', 'Phenomenal' (Іспанія), 'Sweet Desire', 'Snowbird' (Канада), 'H POL 30 C0 23' (Мексика), UB0103816 'Місцевий' (Україна), 'Longlellov' (США), 'UB0103864' (Молдова)] з високою продуктивністю. Проте було виділено зразки, що поєднують високі показники якості з великою кількістю зерен на качані ['Ornamental pop. Corn', 'Monte Carlo', 'Snowbird' (Канада), 'B 234 зМ', 'A 513 MB' (Росія), 'Kandy Korn' (США), 'UB0106529' (Сирія)], великою масою 1000 зерен ['CO 151' (Канада), 'МАН 171' (Молдова), 'A 619' (Україна), 'КИН 090' (Росія), 'G 124-5-6' (Німеччина), 'LC 184' (Словаччина), 'B 329' (Росія), 'Armariz' (Іспанія), 'Місцева жовта' ('UB0103775') (Україна), 'Pradocabalos' (Іспанія)], багатокачанністю ['UB0106528', 'UB0106529' (Сирія), 'HNV 409' (Угорщина)].

За даними вчених [13–16], високоякісною сировиною для виготовлення крупи та пластівців може бути білозерна кукурудза, продукти з якої мають вищі споживчі якості порівняно із зерном жовтої кукурудзи. Загальновідомо, що місцеві сорти кременистої кукурудзи за якістю зерна не поступаються сортам розлусної кукурудзи, зерно яких у більшій кількості містить скловидний ендосперм, але значно перевищують їх за вро-

жайністю й ранньостиглістю. З огляду на це перспективним є вивчення зразків кукурудзи з білим зерном із колекції УДСР за важливими біохімічними показниками. Було вивчено 50 білозерних місцевих сортів і популяцій та за результатами біохімічного аналізу виявлено незначне варіювання за вмістом білка в зерні – від 9,2 до 12,0%. Лише у місцевого сорту 'UB0104048' та 'Маркушевська' UB0104033 (Росія) вміст білка перевищив 13,2%. Вміст білка 12,0–12,9% мали 10 білозерних сортів. Серед сортів і популяцій виділено 'Місцевий' (UB0104037), 'Cuzco 251' (UB0100419), 'Столовая' (UB0102329). Серед білозерних сортів із високим вмістом крохмалю (70,0–74,7%) виділено три місцевих сорти: 'IUDS012627', 'UB0104028' (Україна) та 'UB0104291' (Словаччина).

Відомо, що з підвищенням вмісту білка в зерні зменшується вміст крохмалю і навпаки. Це узгоджується з літературними джерелами [3, 5, 7, 13] та підтверджується результатами проведених досліджень. Так, за високого вмісту білка (13,24%) у зерні місцевого сорту 'UB0104048' вміст крохмалю становив 66,1%. Таке ж співвідношення мали й лінії: 'PK 532' (білок – 13,7%, крохмаль – 59,2%), 'G 124-5-6' (білок – 12,8%, крохмаль – 65,9%). У разі зниження вмісту білка в зерні до 9,0% у лінії 'МАН 73' відмічено збільшення вмісту крохмалю – 74,8%. Ця тенденція спостерігалася як у ліній, так і в сортів та популяцій.

Однак вдалося виділити зразки з поєднанням високого рівня прояву ознак якості зерна. Вони мають особливу цінність як джерела для введення в селекційний процес, що дасть змогу підвищити якість зерна та його енергетичну цінність (табл. 3).

Таблиця 3

Зразки, виділені за підвищеним вмістом білка і крохмалю

Номер Національного каталогу	Зразок	Країна походження	Продуктивність зерна з рослини, г	Вміст, %	
				білка	крохмалю
UB0102915	G 6	DEU	67	14,1	70,4
UB0100305	CO 72-75-13 PR	CAN	45,0	14,0	70,4
UB0100297	D-BE-14	DEU	42,2	13,8	72,4
UB0106291	W 117	USA	72,1	13,8	69,8
UB0101047	407	DEU	26	13,2	69,8
UB0102357	P 502 зМ	USA	56	13,1	71,3
UB0108842	УХК 565	UKR	94,8	13,1	69,1
UB0100435	Oh 45	CAN	100	12,2	71,6

У колекції кукурудзи наявні лінії, створені шляхом залучення вихідного матеріалу з генами su_2 , wx , se , o_2 , ae , а також інцухтом сортів цукрової кукурудзи (розробки Тимчука С. М.) із середнім і високим вмістом білка та

крохмалю. Серед цих ліній, які поєднують високу зернову продуктивність рослини з високим вмістом білка, виділено такі носії генів:

– *sugary endosperm* (su_1) – 'MC 11' (69 г, 12,4%), 'MC 266' (74 г, 12,9%);

– *sugary enhancer (se)* – ‘СЕ 409 (91 г, 13,8%), ‘СЕ 396’ (69 г, 14,1%), ‘СЕ 397’ (86 г, 14,7%);

– *shrunken endosperm (sh₂)* – ‘SS 390’ (69 г, 15,3%);

– *sugary endosperm (su₂)* – ‘АС 11’ (60 г, 13,2%), ‘АС 13’ (75 г, 12,8%), ‘АС 32’ (90 г, 12,1%);

– *amylose extender (ae)* – ‘АЕ 746’ (89,4 г, 12,8%), ‘АЕ 466’ (98,7 г, 12,4%), ‘АЕ 801’ (110 г, 13,1%);

– *opaque endosperm (o₂)* – ‘БЛ 52’ (82 г, 11,3%), ‘БЛ 43’ (88 г, 11,83%);

– *waxy endosperm (wx)* – ‘ВК 69’ (93 г, 11,33%), ‘ВК 37’ (73 г, 12,1%), ‘ВК 19’ (95 г, 11,8%).

Крім того, виділено носії комбінацій мутантних генів:

o₂su₂ – ‘РК 518’ (125 г, 11,8%), ‘РК 524’ (108 г, 12,3%), ‘РК 538’ (102 г, 13,3%), ‘РК 540’ (62,0 г, 12,7%), ‘РК 542’ (75 г, 11,6%), ‘РК 544’ (56 г, 12,1%);

o₂wx – ‘RLW 380’ (89 г, 10,6%), ‘RLW 392’ (118 г, 12,6%), ‘RLW 523’ (91 г, 11,3%), ‘RLW 549’ (84 г, 11,9%), ‘RLW 550’ (69 г, 13,7%).

Висновки

Протягом тривалого періоду досліджено 640 зразків кукурудзи з колекції Устимівської дослідної станції рослинництва, що належать до кількох підвидів і мають різний статус у колекції. За результатами вивчення виділено цінний вихідний матеріал для створення ліній і гібридів із поліпшеним біохімічним складом зерна. Серед сортового й лінійного різноманіття виявлено зразки, що поєднують високий рівень якості зерна з підвищеними значеннями елементів структури продуктивності рослин. Досліджені зразки знаходяться в колекції УДСР та Національному центрі генетичних ресурсів рослин України і можуть бути використані селекціонерами й іншими споживачами в теоретичних і практичних розробках. Наразі триває робота з вивчення наявного генофонду кукурудзи на вміст важливих хімічних сполук, а також створення й вивчення вихідного матеріалу з поліпшеними біохімічними показниками зерна.

Використана література

- Загинайло М. І., Лівандовський А. А., Таганцова М. М., Гаврилюк В. М. Цукрова кукурудза – багате джерело мікроелементів та вітамінів. *Насінництво*. 2014. № 5. С. 11–17.
- Харченко Ю. В., Харченко Л. Я., Клімова О. Є. Біологічна і господарська оцінка нових зразків цукрової кукурудзи на Устимівській дослідній станції рослинництва. *Вісн. Полтавської держ. аграр. акад.* 2016. № 1–2. С. 25–29.

- Кузьмишина Н. В., Рябчун В. К., Вакуленко С. М. та ін. Оцінка нових колекційних зразків кукурудзи за біохімічними показниками зерна. *Генетичні ресурси рослин*. 2014. № 14. С. 42–49.
- Волкова Н. Е. Молекулярно-генетичні дослідження ядерного геному кукурудзи. Одеса : Агроспринт, 2015. С. 25–28.
- Гур'єва І. А., Рябчун В. К. Генетичні ресурси кукурудзи в Україні. Харків, 2007. 392 с.
- Харченко Ю. В., Харченко Л. Я. Географічний і ботанічний склад та селекційна цінність колекції кукурудзи Устимівської дослідної станції. *Генетичні ресурси рослин*. 2013. № 10/11. С. 91–99.
- Понуренко С. Г., Гур'єва І. А., Панченко І. А. Фенотипічний ефект та екологічна пластичність зразків генофонду кукурудзи за ознаками якості зерна і продуктивності. *Наук. праці Полтавської держ. аграр. акад. Сер.: Сільськогосподарські науки* : зб. наук. праць. Полтава, 2005. Т. 4. С. 64–66.
- Козубенко Л. В., Гур'єва І. А. Селекція кукурудзи на раннеспелість. Харків, 2000. 239 с.
- Гур'єва І. А., Рябчун В. К., Літун П. П. та ін. Методичні рекомендації польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи. Харків, 2003. 43 с.
- Кириченко В. В., Гур'єва І. А., Рябчун В. К. та ін. Класифікатор-довідник виду *Zea mays* L. Харків, 2009. 82 с.
- Чорнобай Л. М., Сікалова О. В., Овсяннікова Н. С. та ін. Формування ознакової колекції самозапилених ліній кукурудзи за продуктивністю та її складовими. *Генетичні ресурси рослин*. 2014. № 15. С. 13–18.
- Силенко О. С. Прояв гетерозису за біохімічними показниками у гібридних комбінацій кукурудзи в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісн. Полтавської держ. аграр. акад.* 2011. № 1. С. 55–58.
- Фадеев О. И., Чумаковский Н. Н., Зима К. И. и др. Некоторые физиологические особенности линий и гибридов кукурузы в связи с накоплением белка в зерне. *Итоги работ по селекции и генетике кукурузы* : сб. статей. Краснодар, 1979. С. 259–269.
- Матвеева Г. В., Хорева В. И. Оценка белозерной кукурузы из коллекции ВИР им. Н. И. Вавилова. *Аграрная Россия*. 2010. № 4. С. 15–17.
- Нетреба О. О., Лавриненко Ю. О., Туровець В. М. Прояв гетерозису за біохімічними показниками зерна у гібридів F₁ кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу України. *Зрошуване землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. Херсон, 2011. Вип. 55. С. 104–110.
- Діденко С. Ю. Розширення генетичного різноманіття за фракційним складом крохмалю. *Генетичні ресурси рослин*. 2008. № 5. С. 77–85.

References

- Zahynailo, M. I., Livandovskiy, A. A., Tahantsova, M. M., & Havryliuk, V. M. (2014). Sweet corn is a rich source of trace elements and vitamins. *Nasinytstvo* [Plant Seed Production], 5, 11–17. [in Ukrainian]
- Kharchenko, Yu. V., Kharchenko, L. Ya., & Klimova, O. Ye. (2016). Biological evaluation and economic appraisal of new sweet corn samples at Ustyimivka Experimental Station of Plant Production. *Visnik PDAA* [News of Poltava State Agrarian Academy], 1–2, 25–29. [in Ukrainian]
- Kuzmyshyna, N. V., Riabchun, V. K., Vakulenko, S. M., Ilchenko, N. K., Holovchanska, I. O., Tertyshna, N. V., & Akulova, M. A. (2014). Evaluation of new maize collections according to biochemical indexes. *Henetychni Resursy Roslyn* [Plant Genetic Resources], 14, 42–49. [in Ukrainian]
- Volkova, N. E. (2015). *Molekuliarno-henetychni doslidzhennia yadernoho henomu kukurudzzy* [Molecular genetic analysis of maize genome] (pp. 25–28). Odessa: Ahrosprynt. [in Ukrainian]
- Hurieva, I. A., & Riabchun, V. K. (2007). *Henetychni resursy kukurudzzy v Ukraini* [Genetic resources of maize in Ukraine]. Kharkiv: N.p. [in Ukrainian]

6. Kharchenko, Yu. V., & Kharchenko, L. Ya. (2013). Geographic and botanic characteristics and selective value of the corn collection of Ustymivska Experimental Station. *Henetychni Resursy Roslyn* [Plant Genetic Resources], 10–11, 91–99. [in Ukrainian]
7. Ponurenko, S. H., Hurieva, I. A., & Panchenko, I. A. (2005). Phenotypic effect and ecologic plasticity of maize genotype samples according to the corn quality and productivity indices. *Naukovi pratsi Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii. Ser.: Silskohospodarski nauky* [Scientific works of the Poltava State Agrarian Academy. Series: Agricultural Sciences], 4, 64–66. [in Ukrainian]
8. Kozubenko, L. V., & Gur'eva, I. A. (2000). *Selektsiya kukuruzy na rannespelost* [Maize selection for early maturity]. Kharkov: N.p. [in Russian]
9. Hurieva, I. A., Riabchun, V. K., Litun, P. P., Kuzmyshyna, N. V., Vakulenko, C. M., Kolomatska, V. P., & Belkin, O. O. (2003). *Metodychni rekomendatsii polovohto ta laboratornoho vyvchennia henetychnykh resursiv kukurudzy* [Methodical guidelines for field and laboratory study of maize genetic resources]. Kharkiv: N.p. [in Ukrainian]
10. Kyrychenko, B. B., Hurieva, I. A., Riabchun, V. K., Kuzmyshyna, N. V., Vakulenko, C. M., & Stepanova, V. P. (2009). *Klasyfikator-dovidnyk vydu Zea mays L.* [Classical reference book for *Zea mays L.* species]. Kharkiv: N.p. [in Ukrainian]
11. Chornobai, L. M., Sikalova, O. V., Ovsianikova, N. S., Vakulenko, S. M., & Tahantsova, M. M. (2014). *Formuvannia oznakovoï kolleksii samozapylenykh liniï kukurudzy za produktyvnosti ta yïi skladovymy.* [A reference collection of the self-pollinated maize lines on the base of productivity indices] *Henetychni Resursy Roslyn* [Plant Genetic Resources], 15, 13–18. [in Ukrainian]
12. Sylenko, O. S. (2011). Heterosis study of maize hybrid forms of the left-bank Forest-Steppe of Ukraine using biochemical analysis. *Visnik PDAA* [News of Poltava State Agrarian Academy], 1, 55–58. [in Ukrainian]
13. Fadeev, O. I., Chumakovskiy, N. N., Zima, K. I., Goliy, P. A., & Volkova, V. A. (1979). Physiological characteristics of line and hybrid maize in accordance to corn protein accumulation. In *Itogi robot po selektsii i genetike kukurudzy* [Results of the maize selection and genetic study] (pp. 259–269). Krasnodar: N.p. [in Russian]
14. Matveeva, G. V., & Khoreva, V. I. (2010). Evaluation of white-corn maize of the Vavilov VIR collection. *Agrarnaya Rossiya* [Agrarian Russia], 4, 15–17. [in Russian]
15. Netreba, O. O., Lavrynenko, Yu. O., & Turovets, V. M. (2011). Heterosis manifestation of the maize hybrids F₁ corn under irrigation in the Southern Steppe of Ukraine (based on biochemical analysis). *Zroshuvane zemlerobstvo* [Irrigated Agriculture], 55, 104–110. [in Ukrainian]
16. Didenko, S. Yu. (2008). Genetic diversity extension according to the starch fractional composition. *Henetychni Resursy Roslyn* [Plant Genetic Resources], 5, 77–85. [in Ukrainian]

УДК 633.15:631.527

Харченко Ю. В., Харченко Л. Я. Коллекция Устимовской опытной станции как источник исходного материала для селекции кукурузы с улучшенными биохимическими показателями зерна // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14, № 1. С. 81–88. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.1.2018.126514>

Устимовская опытная станция растениеводства Института растениеводства имени В. Я. Юрьева НААН Украины, ул. Академика Вавилова, 15, с. Устимовка, Глобинский р-н, Полтавская обл., Украина, 39074, e-mail: udsr@ukr.net

Цель. Выявить перспективные образцы кукурузы из коллекции Устимовской опытной станции растениеводства с важными биохимическими показателями качества – высоким содержанием белка и крахмала в зерне. **Методы.** Полевой, лабораторный, обобщения. **Результаты.** Проведено распределение коллекционных образцов кукурузы по биохимическим показателям. Выделена только одна линия с очень высоким содержанием белка 15,8% – ‘УХК 464’ (Украина). Высокий уровень содержания белка имели 57 линий и 35 сортов различного эколого-географического происхождения, что позволяет отбирать ценные формы. Среди самоопыленных линий к источникам очень высокого содержания белка (14,0–15,0%) отнесены: ‘УХ 220’ (Украина) и ‘А 27-51’, ‘R 168’ (США). Содержание белка в пределах 12,0–12,9% имели 10 сортов кукурузы, лучшие из них местный сорт ‘UB0104037’ (Россия), ‘UB0100419’, ‘Cuzco’ (Мексика). Среди линий кукурузы, созданных путем привлечения форм с генами *wx*, *se*, *o₂*, *ae*, *su₁*, *su₂*, *sh₂*, выделены образцы, сочетающие высокую зерновую продуктивность с повышенным содержанием белка. По очень высокому содержанию крахмала в зерне (70,0–75,5%) выделены 147 образцов, в том числе 39 линий и 108 сортов. Лишь у 3 линий – ‘ХЛГ 4’ и

‘А 169’ (Украина), ‘7023’ (Германия) – содержание крахмала превышало 76,0%. У 23 линий этот показатель варьирует в пределах 73–75%. Лучшие из них: ‘ЛК 14795’, ‘УХК 383’, ‘УХР 74-2’ (Украина), ‘МА 23 С’ (Франция), ‘Б 312’ (Россия), ‘LH 59’ (США), ‘BC 70511’ (Хорватия), ‘N 4-1-6’ (Сербия и Черногория), ‘Martonvasar 1’, ‘Martonvasar 2’ (Венгрия). При создании гибридов и линий с повышенным содержанием белка и крахмала рекомендовано вводить в селекционный процесс самоопыленные линии ‘G 6’, ‘CO 72-75-13 PR’, ‘D-BE-14’, ‘W 117’, ‘407’, ‘P 502 3M’, ‘УХК 565’, ‘Oh 45’. Это позволит получить ценный исходный материал, служащий основой для приоритетных направлений селекции кукурузы. **Выводы.** По результатам изучения образцов кукурузы выделено ценный исходный материал для создания линий и гибридов с улучшенным биохимическим составом зерна. Исследуемые образцы находятся в коллекции Устимовской опытной станции и Национального центра генетических ресурсов растений и могут быть использованы селекционерами и другими потребителями в теоретических и практических разработках.

Ключевые слова: пищевая и сахарная кукуруза, коллекция генетических ресурсов, крахмал, белок.

UDC 633.15:631.527

Kharchenko, Yu. V., & Kharchenko, L. Ya. (2018). Collection of the Ustymivka Experimental Station as a source of original material for maize breeding with improved biochemical indices of corn. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14(1), 81–88. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.1.2018.126514>

Ustymivka Experimental Station of Plant Production of Plant Production Institute nd. a. V. Ya. Yuriyev, NAAS of Ukraine, 15 Akademika Vavilova Str., Ustymivka, Hlobyno district, Poltava region, 39074, Ukraine, e-mail: udsr@ukr.net

Purpose of this work is to identify promising samples of corn from the collection of Ustymivka Experimental Station of Plant Production with important biochemical indicators of quality – high protein and starch content. **Methods.** Field, laboratory, summarizing. **Results.** The grading of the collection samples of corn according to biochemical indicators was carried out. Only one line with a very high protein content of 15.8% was allocated – ‘UHK 464’ (Ukraine). 57 lines and 35 varieties of different eco-geographical origin had the high level of protein content. This makes it possible to select valuable forms. Among self-pollinating lines, the sources of very high protein content (14.0–15.0%) include: ‘UH 220’, (Ukraine) and ‘A 27-51’, ‘R 168’ (USA). 10 varieties of maize had the corn protein content within 12.0–12.9%, the best of them are conventional variety ‘UB0104037’ (Russia) and UB0100419 ‘Cuzco’ (Mexico). Among the maize lines created with the *wx*, *se*, *o₂*, *ae*, *su₁*, *su₂*, *sh₂* genes, some corn samples were identified as a combination of high productivity with increased protein content. Very high content of starch in corn (70.0–75.5%) was found in 147 samples, including 39 lines and 108 varieties. Only 3 lines had a starch

content of more than 76.0% – ‘HLG 4’ and ‘A 169’ (Ukraine), ‘7023’ (Germany). This indicator varies within the limits of 73–75% in 23 maize lines. The best of them are ‘LK 14795’, ‘UHK 383’, ‘UHR 74-2’ (Ukraine), ‘MA 23 S’ (France), ‘B 312’ (Russia), ‘LH 59’ (USA), ‘BC 70511’ (Croatia), ‘N 4-1-6’ (Serbia and Montenegro), ‘Martonvasar 1’, ‘Martonvasar 2’ (Hungary). It is recommended to use self-pollinated lines ‘G 6’, ‘CO 72-75-13 PR’, ‘D-BE-14’, ‘W 117’, ‘407’, ‘P 502 ZM’, ‘UHK 565’, ‘Oh 45’ in the maize selection process for hybrids and lines with the high content of protein and starch. This provides a valuable source material, which will serve as the basis for the priority directions of maize breeding. **Conclusions.** Based on the results of the study, a valuable original material for maize lines and hybrids breeding with improved biochemical composition of corn was formed. The studied corn samples are in the collections of the Ustymivka Experimental Station and the National Centre for Plant Genetic Resources of Ukraine and can be used by breeders and other consumers in theoretical and practical developments.

Keywords: *food and sugar corn, collection of genetic resources, starch, protein.*

Надійшла / Received 18.12.2017

Погоджено до друку / Accepted 13.02.2018