

Material and methods. The investigation was carried out in the experimental field of Kharkiv National Agrarian University nd. a VV Dokuchaev in 2014-2015. The test material was plant populations of M_1 and M_2 sunflower derived from seed treatment of 12 self-pollinated lines with gamma-rays (120 Gy and 150 Gy) and dimethyl sulfate (0.01% and 0.05%).

Results and discussion. The study of effects of two mutagens on the field germinability of M_1 sunflower seeds revealed that gamma rays had a greater impact on the germinability compared with dimethyl sulfate. For example, the germinability of seeds treated with 0.01% or 0.05% DMS was 68-88%, which is quite normal for sunflower seeds, while the germinability of seeds gamma-irradiated at the dose of 120 Gy or 150 Gy was low (4-30%) with 95-96% in the control. The germinability of DMS-treated and gamma-irradiated seeds in M_2 was high. The field germinability of test accession Kh808 was a slightly lower: after 0.01% DMS - 68%; after 0.05% DMS - 58%; and it was even lower in the physical mutagenesis experiments: after 120 Gy - 45%; after 150 Gy - 48%. Analysis of M_1 showed that the overall frequency of morpho-physiological changes induced by gamma rays and DMS was high enough in all the test samples, indicating significant effects of mutagens on growth and development of mutant sunflower generation. Gamma-irradiated samples differed from DMS-treated ones by lower germinability and survival in M_1 .

In 2015, a number of morpho-physiological mutations in M_2 sunflower were distinguished and analyzed during the growing season. The overall frequency of morpho-physiological mutations in test samples treated with two concentrations of DMS was significantly lower (3-16%) than that in samples irradiated with gamma rays at the dose of 120 Gy or 150 Gy (20-61%).

Conclusions. We found a wide range of different mutations both in gamma-irradiated samples and DMS-treated ones. This range includes mutations of chlorophyll synthesis, calathidium pigmentation, shape and size, plant habitus, leaf venation, shape and number, and others.

Key words: mutation, chlorophyll chimera, sunflower, mutagen, dimethyl sulfate, gamma-rays, seeds, M_1 , M_2 , spectrum and frequency of mutations.

УДК 361.527:635.67

ТЕСТУВАННЯ ЛІНІЙ РІЗНИХ БІОТИПІВ ЦУКРОВОЇ КУКУРУДЗИ ЗА ПРОЯВОМ КОРЕЛЯЦІЙНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ОЗНАК ПРОДУКТИВНОСТІ І ЯКОСТІ ЗЕРНА

Клімова О. Є.

ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН, Україна

Виявлено найбільш пріоритетні зв'язки продуктивності і якості зерна з морфо-біологічними ознаками у ліній різних біотипів цукрової кукурудзи. Показано, що використання висококорелюючих зв'язків у поєднанні з рядом слабкокорелюючих ознак підсилює результативність асоціативного добору цінних, дивергованих за продуктивністю і вмістом цукру ліній.

Ключові слова: цукрова кукурудза, біотип, лінія, продуктивність, цукристість зерна, кореляційний зв'язок

Вступ. Сучасна селекція цукрової кукурудзи звичайного типу солодкості спрямовується на збільшення ефекту гетерозису за врожайністю качанів при покращенні ознак індивідуальної продуктивності рослин та доведення фізіологічних процесів формування ознак морфоструктури у них до рівня кращих форм зернової.

Аналіз літературних даних, постановка проблеми. Збільшення ефекту гетерозису досягають методами селекції інбредних ліній, які використовують як батьківські компоненти схрещування. Ці лінії створюють на базі лінійного матеріалу моногенної мутації su_1 та кращик генотипів звичайної кукурудзи [1, 2]. Проте використання останніх для створення вихідного матеріалу цукрової кукурудзи найчастіше призводить до зниження цукристості зерна і погіршення його смакових і технологічних якостей [3]. При синтезі гібридів даного типу успадковується, як правило, низький вміст цукрів, а процеси трансформації різних фракцій цукрів у більш складні со-полімери вуглеводів у гетерозисних гібридів проходять інтенсивніше, ніж у сортів і депресованих ліній. Все це зумовлює зниження якості продукції [4, 5].

Селекційне поліпшення цукрової кукурудзи базується на наявності генетично різноманітного лінійного матеріалу. Генетичне регулювання процесу синтезу вуглеводів у зерні даного підвиду кукурудзи здійснюється специфічними генами, з яких найбільшого поширення здобули рецесивні гомозиготи su_1 , sh_2 та генетична комбінація su_1se1 . Альтернативність дії цих генів має сильний вплив на формування ознак продуктивності качана та габітусу рослин і посівні властивості насіння [1, 3].

Використання ліній-носіїв специфічних генів ендоспермових мутацій сприяло створенню високоцукристих (su_1), суперцукрових (sh_2) і суперсолодких (su_1se1) гібридів, які завдяки високим смаковим і споживчим властивостям зайняли провідне місце у виробництві товарної продукції в господарствах різних форм власності [6, 7].

Виходячи з характеру успадкування в F_1 вмісту цукрів у зерні, подальше підвищення продуктивності і якості продукції у новостворюваних гібридів має спрямовуватись на виділення високоефективних компонентів схрещування, які здатні формувати більш високі, ніж у існуючих ліній звичайної солодкості, власні показники продуктивності і вмісту цукру при стабільному їх відтворенні в мінливих умовах вирощування.

Для розпізнання і виділення селекційно-цінних зразків використовують методи, що опираються на комплекс корельованих ознак, оскільки поширеним є уявлення про систему фенотипу як відображення генотипу, що проявляється в погодженому функціонуванні його генів, які контролюють процеси формоутворення ознак. Система "генотип-фенотип" припускає, що одні генетичні характеристики можуть бути визначені за комплексом інших [8, 9]. Постійно існуючі емпіричні кореляції створюють базу для прогнозу, оптимізують процес добору вихідного матеріалу та прискорюють і здешевлюють селекційний процес [10, 11, 12] і тому вивчення кореляційних зв'язків між господарсько-корисними ознаками як у ліній, так і у гібридів є необхідним і завжди актуальним.

Мета і задачі дослідження. Виділення в системі кореляційного аналізу ефективних за силою і напрямком зв'язків між кількісними ознаками продуктивності і якості зерна у ліній-продуцентів високої цукристості su_1 , sh_2 і su_1se1 типів, які використовуються для підвищення ефективності добору цінних для гетерозисної селекції цукрової кукурудзи компонентів схрещування.

Матеріали та методи. В дослідженнях використано серію високоцукристих ліній, створених в Інституті сільського господарства степової зони НААН при рекомбіногенезі зразків цукрової кукурудзи su_1 типу з носіями генів su_2 , sh_2 і wx . Синтез цукрів у них контролюється рецесивним алелем гена su_1 , а зерно чітко маркується ним фенотипово. Крім них було задіяно також лінії, одержані самозапиленням суперцукрових (sh_2) гібридів зарубіжної селекції та при комбінуванні sh_2 -форм з різними підвидами кукурудзи і лінії генетичної комбінації su_1se1 , створені при імплементації її генотипи інших різновидів.

Лінійний матеріал вирощували в селекційній сівозміні Синельниківської селекційно-дослідної станції в 2012–2013 рр. при застосуванні загально прийнятих для зони агротехнічних прийомів. Оцінку ліній за індивідуальними морфо-біологічними ознаками проведено у відповідності з рекомендаціями [13]. Вегетаційний період 2012 р. за даними Синельниківської метеостанції характеризувався оптимальними умовами гідротермічного забезпечення – ГТК = 1,01, а 2013 р. – спекотливими і посушливими – ГТК = 0,73. Для визначення вмісту сахарози і загального цукру використано зерно технічної стиглості, отримане при контрольованому і одночасному, в межах конкретних ліній, запиленні качанів. Їх вміст визначали за методикою Д. И. Лисицина [14]. Відбір проб проводили до 10 години ранку

на 20-ту добу після запилення. Зрізане зерно фіксували швидким заморожуванням. Кореляційний аналіз здійснено за Б. А. Доспеховым [15].

Обговорення результатів. Аналіз кореляції продуктивності з морфо-біологічними ознаками у досліджуваних біотипів ліній засвідчив неоднорідність їх кількісного складу. Так, у ліній *su₁* типу в 2012 р. виділено сім, у *sh₂* – лише три, а у *su₁se1* – дев'ять високодостовірних зв'язків, що становило 46,6%, 20,0% і 60,0% від їх кількості. В посушливих умовах їх кількість знижувалась у *su₁* форм до трьох, у *sh₂* до одного, у *su₁se1* до п'яти, вони склали 20,0 %, 6,7 % і 33,3 % до оцінюваних парних співставлень (табл. 1).

Таблиця 1

Зв'язок продуктивності (г) рослин з морфо-біологічними ознаками у ліній різних біотипів цукрової кукурудзи

Ознака	Біотип ліній					
	<i>su₁</i>		<i>sh₂</i>		<i>su₁se1</i>	
	2012 р.	2013 р.	2012 р.	2013 р.	2012 р.	2013 р.
Маса качана,г	0,857**	0,828**	0,875**	0,861**	0,930**	0,813**
Маса зерна з качана,г	0,881**	0,400	0,951**	0,565	0,938**	0,887**
Качанів на рослину, шт.	0,700**	0,685**	0,325	0,017	0,939**	0,823**
Вихід зерна, %	0,639**	0,320	0,253	0,048	0,588*	0,206
Довжина качана, см	0,589**	0,497	0,283	0,263	0,331	0,009
Зерен в ряду, шт.	0,825**	0,792**	0,620*	0,548	0,563*	0,335
Діаметр качана, см	0,222	0,299	0,550	0,523	0,684*	0,437
Рядів зерен, шт.	0,275	0,253	0,151	0,148	0,634*	0,573*
Зерен з качана, шт.	0,666*	0,543	0,353	0,170	0,624*	0,595*
Довжина зернівки, мм	0,371	0,249	0,356	0,193	0,349	0,086
Маса 1000 зерен, г	0,149	0,065	0,135	0,098	0,370	0,022
Висо- рослин	0,495	0,092	0,522	0,288	0,666*	0,556*
та, см прикріплення качанів	0,442	0,300	0,193	0,105	0,430	0,325
Період "сходи-цвітіння качанів", діб	-0,179	-0,339	-0,188	-0,286	-0,069	-0,092
Тривалість вегетаційного періоду, діб	-0,283	-0,424	-0,176	-0,326	-0,149	-0,186

Примітка: * достовірно при 5%, ** достовірно при 1% рівнях значимості

Високу подібність напрямку і силу зв'язку в кореляційних матрицях усіх досліджуваних груп ліній виявлено між продуктивністю рослин і масою качана, яким притаманний найбільш тісний позитивний зв'язок впродовж років досліджень. У контексті пріоритетності зв'язків продуктивності з її індивідуальними складниками інтегральні ознаки "маса качана" і "маса зерна з качана" відігравали провідну роль в її формуванні у всіх біотипів ліній цукрової кукурудзи. Велике значення в детермінації продуктивності мали її зв'язки з кількістю качанів на рослині у високоцукристих ліній *su₁* типу і суперсолодких генетичної конструкції *su₁se1*, на відміну від суперцукрових *sh₂* генотипів, у яких вони знаходились на низькому рівні. Такий характер взаємовідносин між цими ознаками у останніх пов'язано з низькою качаноутворюючою здатністю сучасних комерційних суперцукрових гібридів, для створення батьківських форм яких використано лінійний матеріал зернової кукурудзи, відселектований на генетично закріплену однокачанність. У той же час лініям високоцукристої і суперсолодкої кукурудзи притаманна підвищена качаноутворююча здатність, успадкована ними від цукрової кукурудзи, яка історично формувалась як двокачанна культура і передала цю ознаку сучасним селекційним зразкам. Виступаючи як емерджентна ознака, кількість качанів на рослині сприяла підвищенню продуктивності рослин лінійного матеріалу цукрової кукурудзи *su₁* і *su₁se1* типів за оптимальних умов вирощування, стабілізувала її за дії стресу, що і позначалось на незначній варіативності зв'язків кореляції цих ознак у даних біотипів ліній.

Різноманітність прояву маси зерна з качана і виходу зерна у оцінюваних біотипів ліній детермінувалась їх генотипом і умовами середовища. Сильна реакція на умови вирощування виходу зерна забезпечувала нижчий, порівняно з масою зерна з качана, рівень його поєднання з продуктивністю. В той же час маса зерна з качана формувалась за рахунок асоціації складових продуктивності качана, в першу чергу кількості зерен на качані і маси 1000 зерен. При цьому залежність між кількістю зерен на качані і продуктивністю у *su₁* і *su₁se1* ліній знаходилась на середньому, а у *sh₂* зразків – на більш низькому рівні. Перевага у формуванні даної ознаки забезпечувалась підвищенням кількості зерен в ряду перед кількістю рядів зерен у високоцукристих і суперцукрових ліній. У свою чергу висока експресивність коефіцієнтів кореляції між кількістю зерен в ряду і продуктивністю у високоцукристих ліній була обумовлена довгокачанністю та незначною товщиною зернівки, що зумовлювало більшу кількість зерен на одиницю довжини качана. Незначна кількість довгокачанних форм у *sh₂* та їх відсутність у *su₁se1* ліній зумовлювала слабку залежність у них між довжиною качана і продуктивністю. Але на одиниці довжини качана вони формували велику кількість зерен, що призводило до утворення середньоістотних та наближених до високих значень коефіцієнтів кореляції між кількістю зерен в ряду і продуктивністю.

Продуктивність і діаметр качана у ліній *sh₂* і *su₁se1* типів характеризувалась більш високою спряженістю, ніж у *su₁* форм. Підвищена кількість рядів зерен у суперсолодких біотипів ліній сприяла формуванню високої продуктивності. Поєднання довжини зернівки з продуктивністю у оцінюваних генотипів було слабким в умовах 2013 р та підсилювалось до середніх значень в 2012 р. Слабка кореляція є характерною також для продуктивності рослин і маси 1000 зерен, тобто детермінованість продуктивності довжиною зернівки і масою 1000 зерен була низькою.

Висота рослин впливала на продуктивність з середньою силою у *su₁* і *sh₂* генотипів у 2012 р та у *su₁se1* впродовж обох років досліджень. У 2013 р. відмічено низьке співвідношення між цими ознаками у високоцукристих і суперсолодких ліній. Висота прикріплення качанів і продуктивність рослин корелювали незалежно від поєднання висоти рослин і продуктивності та характеризувалися середніми значеннями у високоцукристих і суперсолодких ліній та низькими у суперцукрових.

Для ознак тривалості вегетаційного періоду в оцінюваних групах ліній виявлено слабку негативну залежність з продуктивністю рослин, що засвідчує наявність тенденції до зниження взаємовідносин між ними при подовженні періоду вегетації. Спекотливі та посушливі умови на ранніх стадіях вегетації рослин при цьому гальмували їх розвиток та негативно впливали на формування зерна під час його наливу, що і позначалось на показниках кореляції цих ознак. Однак наявна тенденція не є ключовою при формуванні продуктивності і може бути подолана при створенні жаро-і посухостійкого лінійного матеріалу даних біотипів цукрової кукурудзи.

Ефективність кореляційних зв'язків між ознаками цукристості зерна та індивідуальними ознаками продуктивності у оцінюваних груп ліній визначалась характером взаємовідносин детермінантів генетичних систем біосинтезу цукрів та формування ознак продуктивності (табл. 2).

За кількістю високодіючих співвідношень ознак як кращі виділялись біотиби суперсолодкої кукурудзи, у яких протягом років досліджень рівень достовірних кореляцій для вмісту сахарози досягав 5–6 та 6 – для загального цукру. На їх частку припадало 31,3 % і 37,5 % та по 37,5 % відповідно загальної варіабельності кореляції. У високоцукристих та суперцукрових ліній висока достовірність поєднання цих ознак була нижчою і становила по три для вмісту сахарози і загального цукру у *su₁* та по 2–3 ефективних поєднання у *sh₂* типів ліній, що зумовлювало пониження їх частки в дисперсії кореляційних зв'язків до 18,7 % та 12,5 % і 18,7 % відповідно.

Одержані дані свідчать, що між більшістю ознак структури продуктивності і вмістом сахарози у ліній *su₁* типу кореляція була низькою. Рівню середніх значень відповідали її зв'язки з масою качана, масою зерна з качана, діаметром качана, кількістю рядів зерен і висотою рослин.

Таблиця 2

Кореляційні зв'язки між показниками якості зерна та кількісними ознаками продуктивності у ліній *su₁*, *sh₂* і *su_{1sel}* типів

Ознака	Вміст сахарози, %						Вміст загального цукру, %					
	<i>su₁</i>		<i>sh₂</i>		<i>su_{1sel}</i>		<i>su₁</i>		<i>sh₂</i>		<i>su_{1sel}</i>	
	2012 р.	2013 р.	2012 р.	2013 р.	2012 р.	2013 р.	2012 р.	2013 р.	2012 р.	2013 р.	2012 р.	2013 р.
Маса качана, г	0,334	0,397	0,283	0,328	0,407	0,418	0,279	0,384	0,312	0,361	0,416	0,470
Маса зерна з качана, г	0,420	0,430	0,566	0,628	0,501	0,726**	0,378	0,450	0,594	0,653*	0,520*	0,759**
Качанів на рослину, шт.	0,736*	0,708*	0,209	0,357	0,323	0,459	0,634*	0,741**	0,203	0,381	0,322	0,421
Вихід зерна, %	0,287	0,349	0,317	0,396	0,056	0,071	0,156	0,358	0,480	0,446	0,211	0,166
Довжина качана, см	0,274	0,303	0,042	0,441	0,283	0,361	0,242	0,325	0,128	0,265	0,368	0,392
Зерен в ряду, шт.	0,319	0,471	0,257	0,357	0,602*	0,693	0,313	0,424	0,279	0,312	0,584*	0,621*
Діаметр качана, см	0,428	0,488	0,625*	0,691*	0,522*	0,722**	0,342	0,483	0,409	0,448	0,626**	0,756**
Рядів зерен, шт.	0,278	0,555	0,489	0,522	0,645*	0,674**	0,295	0,354	0,407	0,643	0,512*	0,576*
Зерен з качана, шт.	0,232	0,238	0,083	0,062	0,573*	0,604*	0,142	0,170	0,197	0,214	0,526*	0,600*
Довжина зернівки, мм	0,108	0,342	0,116	0,391	0,242	0,333	0,120	0,319	0,213	0,343	0,297	0,349
Маса 1000 зерен, г	0,581*	0,593*	0,123	0,222	0,270	0,362	0,560*	0,581*	0,070	0,125	0,049	0,340
Висота, рослин см прикріплення качанів	0,331	0,410	0,357	0,493	0,251	0,446	0,288	0,286	0,392	0,497	0,128	0,356
Період "сходи-цвітіння качанів", діб	-0,102	-0,045	0,585	0,711*	0,126	0,170	-0,056	-0,062	0,669*	0,736*	0,068	0,074
Тривалість вегетаційного періоду, діб	-0,055	-0,046	0,596*	0,718*	0,165	0,186	-0,018	-0,082	0,700*	0,779	0,051	0,090
Продуктивність, г зерна/рослини	0,616**	0,678**	0,568	0,589	0,630*	0,658*	0,538*	0,636*	0,585	0,589	0,573*	0,680*
Вміст сахарози, %	-	-	-	-	-	-	0,991**	0,983**	0,864**	0,886**	0,972**	0,977**

Примітка: *достовірно на 5 %, **достовірно на 1 % рівнях значимості.

Але вони не є настільки високими, щоб істотно впливати на вміст сахарози. Маса 1000 зерен при цьому виказувала середній і достовірний на 5 % рівні значимості вплив на дану ознаку. Найбільш тісний зв'язок встановлено між вмістом сахарози і кількістю качанів на рослині. Поєднання ознак тривалості вегетаційного періоду з нею у даних генотипів характеризувалось низькими негативними коефіцієнтами кореляції, що свідчить про слабкий зв'язок.

Для sh_2 ліній в 2012 р. не виявлено високодостовірних кореляцій між ознаками продуктивності і вмістом сахарози. Виключення становив зв'язок між нею і діаметром качана, коефіцієнти кореляції яких мали середню і достовірну значимість. В 2013 р. зв'язки між вмістом сахарози та діаметром качана і ознаками тривалості вегетаційного періоду були достатньо високими. Очевидно, високий вміст сахарози в зерні технічної стиглості зумовлював зниження параметрів ознак зернової продуктивності, що маскувало їх різноякісність та нівелювало значення коефіцієнтів кореляції між ними.

Найбільш тісною кореляцією між вмістом сахарози і морфо-біологічними ознаками характеризувались лінії su_1se_1 типу. В матриці кореляції даних генотипів у 2012 р. відмічено середньоістотні зв'язки вмісту сахарози з масою зерна з качана, кількістю зерен в ряду, діаметром качана, кількістю рядів зерен на ньому та загальною кількістю зерен на качані. В 2013 р. коефіцієнти кореляції цих ознак підвищувались до високих і достовірних значень. Для інших ознак поєднання продукційних процесів формування ознак продуктивності і біосинтезу сахарози в зерні у них відображало слабку потужність їх зв'язків і вони не мали суттєвих значень в їх прояві.

Оцінка залежності вмісту сахарози в зерні і загальної продуктивності рослин засвідчили наявність високодостовірних середніх значень їх спряженості у високоцукристих і суперсолодких типів ліній та середніх і недостовірних у суперцукрових.

За вмістом загального цукру у різних біотипів ліній цукрової кукурудзи встановлено збіг показників кореляційних відношень з існуючими зв'язками між сахарозою і детермінантами продуктивності. У su_1 значна кількість кореляційних залежностей знаходилась на низькому рівні. Середній та несуттєвий зв'язок відзначено для вмісту загального цукру і маси зерна з качана, кількості зерен в ряду і діаметру качана. Високодостовірні зв'язки як середньої сили, так і тісної спряженості притаманні кількості качанів на рослині і масі 1000 зерен. Слабкі негативні зв'язки між вмістом загального цукру і ознаками тривалості вегетаційного періоду у даних генотипів підтверджено низькими значеннями коефіцієнтів кореляції, що дає змогу добирати високоцукристі зразки серед всіх груп стиглості у цього біотипу цукрової кукурудзи.

У лінійного матеріалу sh_2 типу не встановлено високодостовірної кореляції між вмістом загального цукру і оцінюваними ознаками, окрім ознак тривалості вегетаційного періоду, які характеризувались тісним високодостовірним позитивним зв'язком. Між масою качана, його діаметром, кількістю рядів зерен, висотою рослин та вмістом загального цукру існувала середня залежність недостовірної дії. Коефіцієнти кореляції між вмістом загального цукру та кількістю качанів на рослині, їх довжиною, кількістю зерен в ряду, кількістю зерен з качана довжиною зернівки і висотою прикріплення качанів у даного типу ліній змінювались від низької до середніх. Вони не мали значного впливу на цукристість зерна. Лише для взаємодії ознак загальної цукристості і маси зерна з качана одержано середні позитивні і достовірні коефіцієнти кореляції.

Для ліній генетичної комбінації sh_1se_1 одержано позитивну середню і достатньо високу достовірну кореляцію між вмістом загального цукру та масою зерна з качана, кількістю зерен в ряду, діаметром качана, кількістю рядів зерен і кількістю зерен з качана. Рівню середніх та неістотних значень відповідали зв'язки вмісту цукру і маси качана, кількості качанів на рослині і довжини зернівки. Це свідчить про наявність тенденції збільшення загальної цукристості зерна при підвищенні їх параметрів. Для решти ознак кореляційні зв'язки цукристості зерна в контрастних умовах вирощування були як середніми, так і низькими, що підкреслює слабку лінійну залежність їх поєднання та нестійкість прояву.

Таблиця 3

Коефіцієнти регресії (бух) продуктивності рослин і вмісту загального цукру в зерні біотипів ліній цукрової кукурудзи залежно від дії результуючих ознак

Ознака	Продуктивність, г						Вміст загального цукру, %					
	<i>sul</i>		<i>sh2</i>		<i>sulsel</i>		<i>sul</i>		<i>sh2</i>		<i>sulsel</i>	
	2012 р	2013 р	2012 р	2013 р	2012 р	2013 р	2012 р	2013 р	2012 р	2013 р	2012 р	2013 р
Маса качана, г	1,539*	1,204*	1,670*	1,648*	1,484*	1,443*	0,213	0,281	0,079	0,113	0,285	0,240
Маса зерна з качана, г	1,484*	0,247	1,666*	0,663	1,775*	1,717*	0,263	0,267	0,196	0,236	0,390	0,563
Качанів на рослину, шт.	84,344**	53,061**	13,032**	2,636*	72,950**	61,920**	34,459**	39,149**	8,548**	13,213**	9,358**	12,359**
Вихід зерна, %	2,711**	1,306*	0,163	0,093	0,400	0,206	0,068	0,072	0,134	0,104	0,112	0,148
Довжини качана, см	8,198**	2,242**	0,574	0,493	0,501	0,054	1,083*	1,139*	1,074*	0,959	1,194*	1,284*
Зерен в ряду, шт.	4,204**	3,452**	2,458**	1,020	1,935**	0,758	0,572	0,709	0,453	0,406	0,552	0,753
Діаметр качана, см	5,366**	11,194**	9,447**	6,763**	11,156**	10,917**	4,378**	9,434**	4,042**	4,806**	4,942**	5,860**
Рядів зерен, шт.	2,172*	1,943*	1,951*	1,859*	2,715*	2,350*	1,391*	1,660*	1,437*	1,723*	1,314*	1,445*
Зерен з качана, шт.	0,164	0,140	0,040	0,009	0,087	0,053	0,015	0,016	0,005	0,001	0,021	0,004
Довжина зернівки, мм	5,116**	3,154**	1,899*	1,8078	4,243**	2,479**	0,437	1,349*	0,470	1,435*	0,569	1,492*
Маса 1000 зерен, г	0,036	0,024	0,027	0,098	0,146	0,012	0,105	0,125	0,001	0,014	0,010	0,060
Висота, рослин	0,383	0,084	0,359	0,234	0,323	0,325	0,194	0,119	0,092	0,151	0,029	0,068
см прикріплення качанів	0,720	0,536	2,225	0,071	0,250	0,210	0,156	0,204	0,125	0,071	0,014	0,047
Період "сходи цвітіння качанів, діб	-0,640	-1,437*	-0,044	-0,345	-0,153	-0,211	0,085	0,093	0,048	0,051	0,059	0,064
Тривалість вегетаційного періоду, діб	-0,397	-0,783	0,015	-0,166	-0,184	-0,129	-0,011	-0,082	0,154	0,190	0,027	0,033
Продуктивність, г зерна/рослини	-	-	-	-	-	-	0,271	0,208	0,415	0,446	0,281	0,185
Вміст сахарози, %	0,184	0,135	2,988**	2,007**	0,108	0,219	1,681*	1,617*	3,064**	3,821**	2,301**	2,344*

Примітка: *достовірно на 5 %, **достовірно на 1 % рівнях значимості

Згідно з наведеними коефіцієнтами кореляції між зерною продуктивністю рослин і вмістом загального цукру у високоцукристих і суперсолодких ліній відзначено середні високодостовірні, а у суперцукрових – середні і неістотні значення. При цьому між вмістом сахарози і загального цукру кореляція у всіх досліджених груп ліній була дуже високою і статистично достовірною.

Для виявлення можливості підсилення зв'язку між продуктивністю рослин і цукристістю зерна та елементами структури продуктивності визначено стандартизовані коефіцієнти регресії між ними. Вони вказують, на скільки стандартних відхилень змінюється результативна ознака при зміні результуючої на одиницю стандартного відхилення і характеризують роль незалежної ознаки у визначенні залежної.

У зв'язку з високою залежністю між вмістом сахарози і загального цукру в зерні в таблиці 3 наведено лише коефіцієнти регресії між ознаками морфоструктури та продуктивністю рослин і вмістом загального цукру.

Одержані коефіцієнти регресії свідчать, що на підвищення продуктивності рослин високий позитивний вплив у *su₁* генотипів можуть мати кількість качанів на рослині, довжина качана, кількість зерен в ряду, діаметр качана і довжина зернівки, у *sh₂* форм лише кількість качанів на рослині і діаметр качана, а у лінії *su₁se1* – кількість качанів на рослині, діаметр качана і довжина зернівки. При збільшенні параметрів цих ознак можна очікувати значного приросту продуктивності рослин.

Покрокове збільшення кількості зерен на качані, маси 1000 зерен, висоти рослин і висоти прикріплення качанів та ознак тривалості вегетаційного періоду без зміни інших показників зумовлюватиме низький їх вплив на формування продуктивності у всіх біотипів ліній. У *sh₂* та *su₁se1* форм до них додаються вихід зерна і довжина качана. Всі ці ознаки пов'язані з високою вологоутримуючою здатністю ендосперму зерна цукрової кукурудзи і при збільшенні їх параметрів у ньому зменшується накопичення сухої речовини, що негативно позначається на продуктивності. Посередній внесок в підвищення продуктивності в усіх оцінюваних груп ліній будуть мати маса качана, маса зерна з качана і кількість рядів зерен. При їх збільшенні спостерігається тенденція до підвищення зернової продуктивності інбредних ліній.

Моделювання зростання загальної цукристості зерна показало, що у всіх типів ліній її підвищення зумовлюватиметься збільшенням кількості качанів на рослині. Коефіцієнти регресії цих ознак характеризувались максимально високими значеннями. І це є справедливим, адже формування других кондиційних качанів супроводжується перерозподілом потоку пластичних речовин, який спрямовується на формування зерна. Другі качани, перехоплюючи значну кількість органічних речовин, сформованих рослиною, використовують їх на утворення власного насіння, а до перших їх надходить менше. Це гальмує розвиток зернівок на перших качанах та сповільнює процеси біосинтезу цукрів у них, що і сприяє приросту цукристості зерна у форм з підвищеною качаноутворюючою здатністю.

Високу функціональну залежність підвищення вмісту загального цукру в зерні відзначено при збільшенні діаметру качана, за рахунок якого можливим є підвищення кількості рядів зерен на качані та довжини зернівок. Останні з середньою силою здатні продукувати підвищену цукристість зерна. Така ж характеристика в детермінації цієї ознаки властива і довжині качана. Очевидно у довгокачанних і товстокачанних зразків, здатних формувати велику кількість рядів зерен і довге зерно, процеси конвертації цукрів у вищі со-полімери вуглеводів є більш сповільненими, ніж у генотипів зі слабким проявом цих ознак і вони з високою ефективністю сприятимуть зростанню цукристості зерна. При цьому регресія приросту загального цукру від підвищення параметрів більшості ознак-детермінантів продуктивності практично відсутня. Збалансування генетичної системи продукційного процесу окремих ознак за їх сумісної дії оптимізує рівень загальної продуктивності та зумовлює низьку лінійність відгуку підвищення вмісту цукру у оцінюваних біотипів ліній. При збільшенні сахарози в зерні технічної стиглості у ліній *su₁* та *su₁se1* відмічено середнє і достовірне на 5% рівні, а у *sh₂* – наближене до високих та достовірне на 1 % рівні значення взаємовідносин з вмістом загального цукру. Тобто збільшення сахарози у генотипах цих груп ліній з різною силою стимулює формування у них високої цукристості зерна.

Висновки. Оцінки доказів сукупності зв'язків продуктивності і якості зерна з рядом морфо-біологічних ознак у ліній різних типів солодкості цукрової кукурудзи дозволяє констатувати:

Визначальними у формуванні продуктивності ліній є інтегральні ознаки "маса качана" і "маса зерна з качана" для всіх біотипів ліній та "кількість качанів на рослині" для *su1* і *su1se1* форм. Високою спряженістю з нею характеризується кількість зерен в ряду. При доборі високопродуктивних ліній необхідно виділяти генотипи з максимальним вираженням цих ознак, а також враховувати експресивність ряду слабкокорелюючих ознак у детермінації продуктивності. Наявність останніх свідчить про складність процесів взаємодії між ознаками, які проявляються дискретно та засвідчує існування компенсаторних зв'язків між ними.

У контрастних екоградієнтах зони північного Степу України високою чутливістю до зміни умов вирощування характеризуються зв'язки продуктивності з виходом зерна, довжиною зернівки і масою 1000 зерен. Залежність інших елементів структури продуктивності качанів від неї характеризуються більш високою стабільністю.

Для якісних показників характерною є середня спряженість із зерною продуктивністю рослин у цілому, в той час як їх зв'язки з індивідуальними ознаками були в основному слабкими.

Використання в селекційній практиці висококорелюючих зв'язків продуктивності і якості зерна в поєднанні з рядом слабкокорелюючих господарсько-корисних ознак збільшує можливості асоціативного добору високопродуктивних ліній з високим вмістом сахарози і загального цукру.

Високий рівень регресії продуктивності і вмісту загального цукру з такими елементами продуктивності як кількість качанів на рослині, довжина і діаметр качана та довжина зернівки вказують на можливість поліпшення лінійного матеріалу саме за підвищення параметрів цих ознак. Існуюча слабкофункціональна залежність між результуючими ознаками і результативними не виключає можливості поліпшення лінійного матеріалу та буде сприяти підвищенню ефективності і якості добору як високоцінного лінійного матеріалу, так і створенню на його основі конкурентоздатних комерційних гібридів різних типів солодкості цієї біологічно-цінної овочевої культури.

Список використаних джерел

1. Тимчук, С. М. Вуглеводний склад насіння мутантів цукрової кукурудзи [Текст] / С. М. Тимчук, О. Ю. Дерезізова, Г. С. Потапенко // Селекція і насінництво. – 2001. – Вип. 85. – С. 91–97.
2. Черчель, В. Ю. Методичні питання селекції цукрової кукурудзи [Текст] / В. Ю. Черчель, Н. А. Боденко, В. В. Глушко та ін. / Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – 2007. – № 30. – С. 100–104.
3. Дзюбецький, Б. В. Оцінка та добір генотипів цукрової кукурудзи за основними технологічними якостями [Текст] / Б. В. Дзюбецький, В. Ю. Черчель, М. В. Вишневецький // Хранение и переработка зерна. – 2003. – № 4 (46). – С. 30–31.
4. Клімова, О. Є. Успадкування, комбінаційна здатність та генетичний контроль ознаки "вміст цукрів" у ліній цукрової кукурудзи [Текст] / О. Є. Клімова // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – 2005. – № 23–24. – С. 75–81.
5. Циков, В. С. Кукуруза на пищевые и лекарственные цели: производство, использование [Текст] / В. С. Циков, Н. И. Конопля, С. В. Маслиев. – Луганск: Шико. – 2013. – 232 с.
6. Загинайло, М. І. Цукрова кукурудза багате джерело мікроелементів та вітамінів [Текст] / М. І. Загинайло, А. А. Лівандовський, М. М. Таганцова та ін. / Насінництво. – 2014. – № 5. – С. 11–17.
7. Голубничая, К. Овощная кукуруза: четыре типа сладости [Текст] / К. Голубничая // Огородник. – 2013. – № 6. – С.4–5.
8. Савченко, В. К. Ассоциативный отбор и его роль в эволюции и селекции [Текст] / В. К. Савченко // Журнал общей биологии. – 1980. – Т. 40, № 3. – С. 406–413.

9. Фадеева, Т. С. Анализ сопряжённой изменчивости количественных признаков и его значение для селекции [Текст] / Т. С. Фадеева, Н. М. Гладышева, Р. Г. Валиев // Сб. науч. тр.: Проблемы отбора и оценки селекционного материала. – Киев: Наукова думка, 1980. – С. 155–162.
10. Ивахненко, А. Н. Корреляционные связи у самоопыленных линий кукурузы [Текст] / А. Н. Ивахненко, Н. А. Орлянский // Бюл. ВНИИ кукурузы. – 1986. – №1 (66). – С. 34–41.
11. Беліков, Є. І. Кореляційні зв'язки продуктивності з морфо-біологічними ознаками у інбредних ліній цукрової кукурудзи [Текст] / Є. І. Беліков, О. Є. Клімова // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – 2003. – №21–22. – С. 109–112.
12. Клімова, О. Є. Склад структури продуктивності і її ієрархія в гібридів цукрової кукурудзи [Текст] / О. Є. Клімова // Овочівництво і баштанництво. – 2005. – Вип. 50. – С. 115–121.
13. Методичні рекомендації польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи [Текст] / І. А. Гур'єва, В. К. Рябчун, П. П. Літун та ін. – Харків, 2003. – 43 с.
14. Лисицин, Д. И. Полумикрометод для определения сахаров в растениях [Текст] / Д. И. Лисицин // Биохимия. – 1950. – Т. 15, Вып. 2. – С. 165–167.
15. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта [Текст] / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

References

1. Tymchuk SM, Derebizova OY, Potapenko GS. Carbohydrate composition of seeds of mutation sugar corn. *Plant Breeding and Seed Production*. 2001; 85: 91-97.
2. Cherchel VY, Bodenko NA, Glushko VV et al. Methodical questions to breeding of the sugar corn. *Bulletin Institute zernovogo gospodarstva UAAN*. 2007; 30: 100-104.
3. Dziubetskiy BV, Cherchel VY, Vishnevskiy NV. Estimation and selection genotype sugar corn for main technological quality. *Khrenenie i pererabotka zerna*. 2003; 4: 30-31.
4. Klimova OE. Inheritance combinational ability and genetic checking beside factor «contents sugar» beside line of the sugar corn. *Bulletin Institute zernovogo gospodarstva UAAN*. 2005; 23-24: 75-81.
5. Tsykov VS, Konopla, NI, Masliyov SV. Corn on food and medicinal purposes: production, use. *Lugansk: Chiko*, 2013. 232 p.
6. Zaginaylo MA, Livandovskiy AA, Tagantsova MA et al. Sugar corn rich source microelements and vitamins. *Nasinnitstvo*. 2014; 5:11-17.
7. Golubnichaya K. Vegetable corn: to types to sweetnesses. *Ogorodnik*. 2013; 6: 4-5.
8. Savchenko VK. Assortative selection and its role in evolutions and breeding. *Journal obshchey biologii*. 1980; 40(3): 406-413.
9. Fadeeva TS, Gladysheva NM, Valiev RG. Analysis to associate variability quantitative sign and its importance for breeding. In: *Problems of selection and evaluation of breeding material*. Kyiv: Naukova dumka, 1980. P. 155-162.
10. Ivakhnenko AN, Orlyanskiy NA. Correlation relationship besides inbreeding line of the corn. *Bulletin VNIИ kukuruzy*. 1986; 1: 34-41.
11. Belikov EI, Klimova OE. Correlation relationship to productivity with morpho-biological sign beside инбредных line sugar corn. *Bulletin institute zernovogo gospodarstva UAAN*. 2003; 21-22: 109-112.
12. Klimova OE. Composition of the structure to productivity and its hierarchy beside hybrid of the sugar corn. *Ovochivnitstvo i bashtannytstvo*. 2005; 50: 115-121.
13. Gurieva IA, Ryabchun VK, Litun PP et al. Guidelines for field and laboratory studies of maize genetic resources. *Kharkiv*, 2003. P. 43.
14. Lisitsin DI. Semimicromethod for determination sugar in plants. *Biokhimiya*. 1950; 15(2): 165-167.
15. Dospikhov, BA. *Methods of field experience*. Moscow: Agropromizdat, 1979. 351 p.

ТЕСТИРОВАНИЕ ЛИНИЙ РАЗЛИЧНЫХ БИОТИПОВ САХАРНОЙ КУКУРУЗЫ ПО ПРОЯВЛЕНИЮ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ ПРИЗНАКОВ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА

Климова О. Е.

ГУ Институт сельского хозяйства степной зоны НААН, Украина

Проанализированы корреляционные и регрессионные отношения продуктивности растений и качества зерна с морфо-биологическими признаками у высокохаристых линий различных биотипов сахарной кукурузы.

Цель и задачи исследования. Выделение высокоэффективных связей количественных признаков продуктивности и качества зерна у линий-продуцентов высокой сахаристости различных типов сладости.

Материал и методика. Определение корреляционных и регрессионных связей проведено по результатам группового анализа индивидуальных признаков продуктивности и сахаристости зерна линейного материала, выращенного в контрастных условиях 2012–2013 гг. за общепринятыми методиками.

Обсуждение результатов. Выявлены высокоэффективные связи продуктивности растений с массой початка и массой зерна с початка у всех биотипов линий, а также с количеством початков на растении у *su₁* и *su₁se1* типов. У *sh₂* форм к ним присоединялось количество зерен в ряду. По другим признакам отмечены средние и низкие несущественные связи. Высокодействующей у *su₁* линий была корреляция содержания сахарозы и общего сахара в зерне с количеством початков на растении, массой 1000 зерен, у *sh₂* – с массой зерна с початка, диаметром початка и показателями вегетационного периода, а у *su₁se1* – с массой зерна с початка, количеством зерен в ряду, диаметром початка, количеством рядов зерен и количеством зерен с початка. Остальные признаки имели слабую связь с содержанием сахаров.

Выводы. Использование постоянно действующих высококоррелирующих связей продуктивности и качества зерна в соединении с рядом слабокоррелирующих хозяйственно-ценных признаков увеличивает эффективность ассоциативного отбора высокопродуктивных линий с высоким содержанием сахаров. Согласно результатам регрессионного анализа такие признаки как "количество початков на растении", "длина и диаметр початка" и "длина зерновки" с высокой силой могут влиять на возможность улучшения линейного материала при повышении их параметров.

Ключевые слова: сахарная кукуруза, биотип, линия, продуктивность, качество зерна, корреляционная связь

TESTING LINE DIFFERENT BIOTIPS SUGAR CORN ON MANIFESTATION CORRELATION RELATIONSHIPS SIGN TO PRODUCTIVITY AND QUALITY GRAIN

Klimova O. E.

GU Institute of the agriculture of the steep zone NAAN Ukraine

Organized analyses correlation and regression relations productivity plants and quality grain with morpho-biological sign beside high sugary line different biotypes of sugar corn.

The aim and tasks of the study. The Separation high affectivity relationships quantitative sign to productivity and quality grain beside line-proudest high sugary different types to sugary.

Materials and methods. The Determination correlation and regression dependencies is organized on result of the group analysis individual sign to productivity and sugary grain of the linear material, growing in contrasting condition 2012-2013 for generally accepted methods.

Results and discussion. The allocated high affectivity relationship to productivity of the plants with mass of the cob and mass grain with cob beside all biotypes line as well as with amount cob on plant beside *su1* and *su1se1* types. Beside *sh2* forms to him joined the amount grain abreast. On the other sign noted average and low unessential relationship. High active relations of the contents of the sucrose were correlation beside *su1* line and the general sugary in grain with amount cob on plant, mass 1000 grain, beside *sh2* - with mass grain with cob, diameter of the cob and sign vegetation period, but beside *su1se1* - with mass grain with cob, amount grain abreast, diameter of the cob, amount of the rows grain and amount grain with cob. The Rest signs practically had weakened relationship with contents sugar.

Conclusions. Use constantly active high correlation relationships to productivity and quality grain in join with beside weakly correlation grain economic-valuable sign enlarges efficiency of the associative selection high productivity line with high contents sugar. According to result regression analysis, such signs as "amount cob on plant", "long and diameter of the cob" and "long grain" with high power can influence upon possibility of the improvement linear material at increasing their parameter.

Key words: sugar corn, biotype, lines, productivity, quality grain, correlation relationship

УДК 633.16:631.527

КОРЕЛЯЦІЯ МІЖ КІЛЬКІСНИМИ ОЗНАКАМИ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

Компанець К. В., Козаченко М. Р., Васько Н. І., Наумов О. Г., Солонечний П. М., Святченко С. І.

Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, Україна

У лабораторії селекції і генетики ячменю Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук України в 2014–2015 рр. проведено оцінку зв'язків між показниками кількісних ознак сортів ячменю ярого за парними коефіцієнтами кореляції.

Визначено достовірно як тісну, так і середню кореляцію між певними кількісними ознаками продуктивності рослин і її структурними елементами, що робить доцільним добори за зв'язками між ознаками у досліджуваних сортів.

Ключові слова: ячмінь ярий, сорт, ознака рослини, парний коефіцієнт кореляції

Вступ. Для успішної селекції ячменю ярого важливо знати залежність основної ознаки, за якою проводять добір, від інших кількісних ознак рослин. Особливе значення мають закономірності взаємозв'язку таких кількісних ознак як продуктивність (маса зерна) рослини та її структурні елементи.

Аналіз літературних даних, постановка проблеми. Кореляція не дає точного взаємозв'язку між двома ознаками, а визначає тільки ступінь мінливості однієї в залежності від іншої, тоді визначають статистично вірогідні зв'язки [1].

Коефіцієнти кореляції залежать від виду культури, сорту, ознаки яка вивчається та умов вирощування.

Заслуговують розгляду праці про зв'язки кількісних ознак рослин сортів ячменю ярого з іншими ознаками. Козаченко М. Р. та інші [2] показали позитивну залежність продуктивності за роки дослідження з масою зерна з колосу, масою 1000 зерен, достовірно за 2 роки з продуктивною кущистістю, відношенням маси зерна до маси соломи. Шевчен-