

ІНСТИТУТ ЗЕРНОВОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНСЬКОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК

НЕТРЕБА ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 633.15:631.03:631.6(477.72)

**СТВОРЕННЯ НОВОГО ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ КУКУРУДЗИ НА
БАЗІ ЛІНІЙ, КОНТРАСТНИХ ЗА ТРИВАЛІСТЮ ВЕГЕТАЦІЙНОГО
ПЕРІОДУ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.05 – селекція рослин

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Дніпропетровськ – 2008

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в лабораторії селекції кукурудзи Інституту землеробства південного регіону УААН у 2000-2007 рр.

Науковий керівник: доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник,
член-кореспондент УААН
Лавриненко Юрій Олександрович,
Інститут землеробства південного регіону УААН,
завідувач лабораторії селекції кукурудзи

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор
Козубенко Леонід Васильович, Інститут
рослинництва ім. В.Я.Юр'єва УААН,
головний науковий співробітник лабораторії
селекції і насінництва кукурудзи

кандидат сільськогосподарських наук,
Серіков Володимир Олексійович,
Селекційно-генетичний інститут – Національний
центр насіннізнавства та сортовивчення УААН,
завідувач лабораторії первинного насінництва
кукурудзи

Захист відбудеться 19 вересня 2008 р. о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.353.01 в Інституті зернового господарства УААН за адресою: 49600, м. Дніпропетровськ, вул. Держинського, 14; телефон 745-02-36.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Інституту зернового господарства УААН за адресою: 49600, м. Дніпропетровськ, вул. Держинського, 14.

Автореферат розісланий « 16 » серпня 2008 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради _____  Мусатов А.Г.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Одним із перспективних напрямів в селекції кукурудзи є синтез генотипів на базі вихідного матеріалу (ліній, гібридів, синтетичних популяцій), контрастного за тривалістю вегетаційного періоду та відмінного за генетичним походженням. Доведено, що такі гібриди здатні забезпечувати високі та стабільні врожаї, успішно протистояти несприятливим умовам зовнішнього середовища.

Однак, цей метод недостатньо вивчений. Не до кінця з'ясовано вплив різних генетичних плазм на формування господарсько-цінних ознак у рослин із сімей різних генерацій самозапилення гібридів, можливість ефективної ідентифікації та добору елітних генотипів на ранніх етапах інбридингу. Недостатньою є робота зі створення селекційного матеріалу, адаптованого до конкретного агрокліматичного регіону з урахуванням факторів, що лімітують розкриття потенціалу генотипу. Особливо актуальними ці питання є для умов зрошення південного Степу України, де існує можливість використовувати генетичний ресурс пізньостиглих форм з ФАО понад 500, а тепловий і водний режими дозволяють без обмеження періоду вегетації підвищувати продуктивний потенціал гібридів кукурудзи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана у лабораторії селекції кукурудзи Інституту землеробства південного регіону УААН протягом 2000-2007 рр. Дослідження проводились згідно з Державною науково-технічною програмою “Зернові та олійні культури” (2001-2005 рр.) за завданням: “Вдосконалення методів створення вихідного матеріалу на базі різних генетичних плазм з комплексом цінних селекційних ознак” (номер державної реєстрації 0104U002789); НТП «Зернові культури» (2006-2007 рр.) за завданням «Створити та впровадити у виробництво нові гібриди кукурудзи з комплексом адаптивних ознак для умов зрошення південного регіону України» (номер державної реєстрації 0106U006155).

Мета і завдання дослідження. Метою було створити новий вихідний матеріал кукурудзи на базі ліній, контрастних за тривалістю вегетаційного періоду, ідентифікувати елітні генотипи і на їх основі синтезувати високопродуктивні гібриди, адаптовані до умов зрошення південного Степу України.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

- встановити особливості прояву і мінливості адаптивних ознак та елементів продуктивності гібридами F_1 , які отримані при схрещуванні контрастних за групами стиглості батьківських ліній;
- виявити рівень мінливості і успадкованості господарсько-цінних ознак при різновекторному доборі за групами стиглості в генераціях самозапилення сімей S_1 – S_5 залежно від вихідної гібридної комбінації;
- ідентифікувати серед інбредних популяцій елітні сім'ї та лінії з комплексом господарсько-цінних ознак;
- виділити кращі гібриди за участю створених елітних ліній для використання у селекційній практиці та виробництві;

- встановити кореляційні зв'язки між господарсько-цінними ознаками гібридів та їх зерновою продуктивністю;
- визначити комбінаційну здатність новостворених інбредних ліній за врожайністю зерна.

Об'єкт дослідження. Селекція високопродуктивних гібридів кукурудзи на основі створених інбредних ліній та самозапилених сімей поколінь S_1 – S_5 , різних за групами стиглості та генетичним походженням.

Предмет досліджень. Прояв, мінливість і успадковуваність (генотипова, фенотипова та модифікаційна) ознак. Комбінаційна здатність та селекційна цінність кращих новостворених ліній. Кореляційні зв'язки.

Методи досліджень. Польові – інбридинг, гібридизація для створення ліній і гібридів, візуальний для фенологічних спостережень. Лабораторні – вимірювально-ваговий для визначення біометричних ознак та обліку врожаю. Математично-статистичні для визначення достовірності результатів, параметрів генотипового і модифікаційного варіювання, кореляційної залежності ознак, показників комбінаційної здатності.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше в умовах зрошення південного Степу України були визначені особливості прояву і мінливості у гібридів F_1 комплексу господарсько-цінних ознак при використанні в гібридизації ранніх (ФАО 180-190) та пізніх (ФАО 450-600) генотипів. Встановлено закономірності мінливості та успадковуваності адаптивних ознак та ознак продуктивності в самозапилених генераціях сімей S_1 – S_5 залежно від генетичного походження вихідної гібридної комбінації. Одержано нові генетичні джерела, які є донорами цінних господарських ознак для нових гібридів кукурудзи. Доведено перспективність методу їх синтезу на базі ліній, контрастних за групами стиглості та різних за генетичним походженням в умовах зрошення південного Степу України.

Практичне значення одержаних результатів. За комплексом господарсько-цінних ознак виділено нові лінії кукурудзи Х-501, Х-512, Х-525, Х-534, Х-542, що включені в Інституті землеробства південного регіону УААН в селекційний процес для створення високопродуктивних гібридів, адаптованих до умов зрошення. На основі запропонованого принципу добору створено гібрид Берислав, який проходить випробування у Держсортслужбі.

Особистий внесок здобувача. Автором узагальнено наукову літературу за темою дисертації, сплановано і проведено польові та лабораторні дослідження, оброблено експериментальні дані. Сформовано основні положення, висновки дисертаційної роботи та рекомендації для селекційної практики. Авторство в спільно опублікованих наукових працях складає 40-70%, в гібриді Берислав – 5%.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень доповідались на Міжнародних конференціях молодих вчених «Современные проблемы генетики, биотехнологии и селекции растений» (Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, м. Харків, 2001, 2003 рр.); Міжнародній конференції «Фальцфейнівські читання» (Херсонський державний педагогічний університет, м. Херсон, 2001 р.); Всеукраїнській науково-практичній

конференції молодих вчених «Актуальні проблеми землеробства степової зони в сучасних умовах» (Інститут землеробства південного регіону, м. Херсон, 2003, 2005, 2006, 2007 рр.), щорічних засіданнях науково-методичної ради ІЗПР (2002-2007 рр.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 18 наукових статей, в. т. ч. 12 у фахових виданнях, 2 інші статті, 4 матеріалів і тез наукових конференцій.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота викладена на 174 сторінках машинописного тексту, містить 46 таблиць, 7 рисунків. Текстова частина складається із вступу, п'яти розділів, висновків, практичних рекомендацій та додатків. Список використаних джерел включає 232 найменування, у т. ч. 10 латиницею.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Вихідний матеріал у гетерозисній селекції кукурудзи – проблеми, методи створення та вивчення (огляд літератури). У розділі на основі літературних джерел доведена необхідність наукових розробок у напрямі створення нових генотипів. Показано, що потужним потенціалом для розширення бази високоякісного вихідного матеріалу для селекції кукурудзи є напрям створення нових генотипів за участю ліній, контрастних за групами стиглості та різних за генетичним походженням. Наукові праці, у яких доведено перспективність такого напрямку селекції кукурудзи, стосується умов природного зволоження та форм кукурудзи, ФАО яких не перевищує 450. Однак, недостатньо з'ясовано вплив різних генетичних плазм на формотворчий процес у самозапиленних генераціях гібридів та можливості ефективних доборів цінних генотипів в умовах зрошення південного Степу України, де є можливість використовувати генетичний потенціал форм кукурудзи з ФАО понад 500.

Вихідний матеріал, методика та умови проведення досліджень. Основою для створення нового селекційного матеріалу були лінії різних генетичних плазм (Ланкастер, Рейд, Лакауне), контрастні за групами стиглості. Всього було залучено 15 ліній, які були поділені на дві групи за тривалістю вегетаційного періоду: «скоростиглу» та «пізньостиглу». До першої групи увійшли S72, F2, F7, Co191, 4015/26 та Ep1, до другої – 902, Mo41, B76, B87, SD15, LH51, ДК18, PV192 та B55. Було створено 20 гібридних комбінацій F₁ для вивчення прояву, мінливості та успадковуваності основних адаптивних ознак («висота рослин», «висота кріплення качана», «тривалість періоду сходи – цвітіння 50% качанів»), продуктивності та її елементів.

Польові та лабораторні досліді проводили протягом 2000-2007 рр. на дослідних полях сівозміни відділу селекції зернових культур ІЗПР УААН, розташованому в зоні Інгулецької зрошувальної системи. Дослідження проводились за методикою польового досліді Б.А. Доспехова (1985), «Унифицированных методах селекции кукурузы» (1976) та «Методических рекомендациях по проведению опытов с кукурузой» (1980). Генетико-статистичний аналіз проводили за методиками П.Ф. Рокицкого (1978). Оцінку

параметрів комбінаційної здатності проводили за методикою Г.К. Дремлюка, В.Ф. Герасименка (1992). Показники істинного (Γ_{ict}) та гіпотетичного ($\Gamma_{\text{гип}}$) гетерозису розраховували згідно рекомендацій З.В. Абрамовой (1985). Використовували технологію вирощування кукурудзи, що рекомендована для умов зрошення південного Степу України (1996).

Повторення контрольного розсадника триразове, конкурсного випробування – чотириразове. Облікова площа ділянок для селекційного розсадника – 4,9 м², контрольного розсадника – 9,8 м², конкурсного – 14,7 м².

Математичну обробку даних проводили на персональному комп'ютері з використанням програм Microsoft office Excel 2000, «MSTAT» та, користуючись програмним забезпеченням, розробленим в Інституті зернового господарства УААН А.В. Адеговим та Т.Н. Душенко (1985).

Сприятливими роками для вегетації кукурудзи були 2001 та 2004 роки, помірним 2006 рік та несприятливі умови склались у 2001, 2002, 2005 та 2007 рр. Поливи проводилися дощувальною машиною ДДА – 100 МА.

Особливості прояву і мінливості рівня та кореляцій господарсько-цінних ознак у гібридів F_1 , створених на базі ліній, контрастних за групами стиглості. Врожайність зерна є однією із найважливіших характеристик сільськогосподарських культур. У ранньостиглій групі ліній найбільш врожайною була лінія Ер1 ($\bar{X}=3,10$ т/га). У пізньостиглій групі ліній найбільшу врожайність зерна мали лінії 902 ($\bar{X}=5,05$ т/га), SD15 ($\bar{X}=5,33$ т/га) та PV192 ($\bar{X}=5,35$ т/га).

Серед гібридів найвищими показниками істинного та гіпотетичного гетерозису за врожайністю зерна вирізнялися такі комбінації: Со191/ДК18 ($\Gamma_{\text{ict}}=318,5\%$, $\Gamma_{\text{гип}}=378,9\%$), Ер1/ДК18 ($\Gamma_{\text{ict}}=310,5\%$, $\Gamma_{\text{гип}}=345,6\%$), 4015/26/LH51, ($\Gamma_{\text{ict}}=285,5\%$, $\Gamma_{\text{гип}}=311,3$), S72/Мо41 ($\Gamma_{\text{ict}}=285,7\%$, $\Gamma_{\text{гип}}=360,7\%$), F7/LH51 ($\Gamma_{\text{ict}}=289,8\%$, $\Gamma_{\text{гип}}=331,8\%$) (табл.1).

Середньогруповий рівень врожайності у гібридів складав 11,40 т/га. Однак, були комбінації, у яких врожайність сягала значно вищого рівня – понад 13,5 т/га. До таких належали S72/902 ($\bar{X}=13,94$ т/га) та Ер1/ДК18 ($\bar{X}=13,78$ т/га).

Гібридна група характеризувалася високим рівнем стабільності прояву ознаки «урожайність зерна», хоча 25% її складових мали модифікаційну мінливість на середньому рівні. Середньогрупове значення генотипового різноманіття у гібридів було значно вищим при порівнянні з показником паратипової мінливості ($V_g=13,5\%$ проти $V_m=7,9\%$), що вказує на пріоритетний вплив генотипу на прояв досліджуваної ознаки.

Аналіз кореляційної залежності врожайності зерна гібридів F_1 від морфо-біологічних показників виявив, що сильний позитивний зв'язок спостерігався лише з однією ознакою - «тривалістю періоду сходи – цвітіння 50% качанів» (табл. 2).

Це можна пояснити тим, що пізньостиглим генотипам притаманний вищий рівень потенційної врожайності у зв'язку з подовженим вегетаційним періодом.

Таблиця 1

**Прояв істинного ($\Gamma_{\text{іст}}$) і гіпотетичного ($\Gamma_{\text{гін}}$) гетерозису за ознакою
«урожайність зерна» у гібридів F_1 (2000-2001 рр.)**

Комбінація	$\bar{X}, \text{т/га}$	$S_{\bar{x}}, \text{т/га}$	$V_m, \%$	Lim, т/га		$\Gamma_{\text{іст}} \%$	$\Gamma_{\text{гін}} \%$
				min	max		
S72/902	13,94	0,26	5,7	13,02	14,91	276,0	364,0
S72/Мо41	12,77	0,43	10,2	11,41	14,07	285,7	360,7
F7/SD15	10,23	0,23	6,7	9,54	10,91	192,0	259,0
F7/LH51	9,97	0,20	5,9	9,38	10,61	289,8	331,8
Co191/ДК18	12,39	0,46	11,2	11,00	14,04	318,5	378,9
4015/26/B87	10,14	0,25	7,4	9,39	11,26	206,1	260,3
Ер1/ДК18	12,08	0,25	6,2	11,23	13,30	310,5	345,6
Ер1/PV192	13,78	0,30	6,6	12,55	14,76	257,6	326,2
Середнє	11,40	0,30	7,9	9,05	14,91	247,7	312,4
Lim (min-max), т/га 9,74-13,94							
$V_g, \%$ - 13,5							

Середній істотний позитивний рівень кореляційної залежності урожайності зерна було виявлено із такими ознаками як: «маса 1000 зерен», «кількість зерен у ряді», «діаметр качана» та «довжина качана».

Таблиця 2

Кореляційна залежність між урожайністю зерна гібридів кукурудзи F_1 та їх морфо-біологічними показниками (2000-2001 рр.)

Показники	Коефіцієнт кореляції
Висота рослини	$0,27 \pm 0,23$
Висота кріплення качана	$0,28 \pm 0,24$
Період «сходи – цвітіння 50% качанів»	$0,81 \pm 0,14$
Вихід зерна	$0,24 \pm 0,23$
Збиральна вологість зерна	$0,29 \pm 0,19$
Маса 1000 зерен	$0,50 \pm 0,20$
Кількість зерен у ряді	$0,61 \pm 0,17$
Кількість рядів зерен	$-0,10 \pm 0,35$
Діаметр качана	$0,52 \pm 0,17$
Довжина качана	$0,41 \pm 0,20$

Мінливість і успадковуваність основних адаптивних ознак та елементів продуктивності у самозапилених сім'ях S_1 – S_5 залежно від вихідної гібридної комбінації. Вивчення мінливості господарсько-цінних ознак є важливим етапом при створенні нових генотипів кукурудзи. Однією із головних ознак є «маса зерна з качана» (табл. 3). За ознакою «маса зерна з качана» у самозапилених сім'ях S_1 – S_5 із усіх вихідних гібридних комбінацій в досліді спостерігалася депресивна дія інцухту, що виявилася в зниженні її середніх значень з поглибленням інбридингу.

Таблиця 3

**Мінливість і успадковуваність ознаки “маса зерна з качана” у
самозапилених сім’ях S₁–S₅ залежно від вихідної гібридної комбінації
(2001-2005 рр.)**

Комбінації за походженням	Інцухт-покоління	$\bar{X}$, г	$S_{\bar{X}}$, г	V_{ph} , %	V_g , %	Lim, г		H^2 , %
						min	max	
4015/26/PV192	S ₁	102,5	2,5	48,8	38,6	40	150	79,1
	S ₂	87,4	1,7	38,2	28,1	45	137	73,6
	S ₃	68,0	1,1	31,9	21,7	47	130	68,0
	S ₄	57,4	0,7	23,2	13,0	50	105	56,0
	S ₅	53,5	0,5	18,4	8,3	47	95	45,1
4015/26/B76	S ₁	99,3	2,6	52,5	44,2	35	145	84,2
	S ₂	78,4	1,7	42,2	34,0	35	130	80,5
	S ₃	69,2	1,1	32,2	23,9	40	110	74,2
	S ₄	54,9	0,5	18,7	10,5	41	105	56,1
	S ₅	55,0	0,4	16,2	7,9	40	91	48,8

Для самозапилених сімей, започаткованих із вихідних гібридів 4015/26/PV192 та 4015/26/B76, було характерним інтенсивне скорочення генотипової та фенотипової мінливості від S₁ до S₅ покоління. Максимальний рівень генотипового різноманіття серед ліній з усіх вихідних гібридів фіксувався на ранніх етапах самозапилення, що дає підстави для проведення саме серед них ряду ефективних доборів.

Селекційна цінність нового вихідного матеріалу. Серед досліджуваних генотипів високими позитивними ефектами ЗКЗ характеризувалися наступні: F7/B76-7-15, F7/B76-6-22, F7/B76-7-19, F7/B76-5-12 та F7/B76-5-10 (табл. 4).

Таблиця 4

Комбінаційна здатність ліній, започаткованих із вихідної гібридної комбінації F7/B76, за урожайністю зерна (2004-2005 рр.)

Лінії,	Ефекти ЗКЗ*, т/га		Варіанси СКЗ	
	2004 р.	2005 р.	2004 р.	2005 р.
F7/B76-4-09	-1,16	-1,37	6,1	1,4
F7/B76-5-10	1,23	1,85	5,1	3,7
F7/B76-5-12	1,51	2,10	5,1	4,4
F7/B76-5-17	-0,88	-0,64	2,5	0,1
F7/B76-6-22	2,02	1,69	5,5	0,6
F7/B76-7-07	-1,10	-0,83	4,2	1,5
F7/B76-7-15	2,31	1,73	1,5	0,1
F7/B76-7-19	2,04	1,59	1,3	0,5
HIP ₀₅	0,30	0,16		

Примітка: * так як в таблиці наведена лише частина матриці схрещувань, сума ефектів ЗКЗ $\neq 0$.

Максимальними ефектами ЗКЗ серед них вирізнялися лінії F7/B76-7-15, F7/B76-6-22 та F7/B76-7-19, хоча їхні ефекти ЗКЗ та варіанси СКЗ мали тренд до зниження в несприятливому 2005 р. у порівнянні із 2004 р.

Винятком стали лінії F7/B76-5-12 та F7/B76-5-10, ефекти ЗКЗ яких у 2005 р. були значно вищими в порівнянні з 2004 р., а варіанси СКЗ максимально стабільними за роки досліджень серед усіх ліній з позитивними ефектами ЗКЗ.

Підвищення ефектів ЗКЗ та стабільність прояву варіанс СКЗ, яка притаманна цим генотипам, вказувала й на наявність специфічних комбінацій з підвищеним адаптивним потенціалом, а самі лінії заслуговували на детальне вивчення у розширеній топкросній матриці і, в разі позитивної оцінки мають бути залученими у селекційний процес по створенню високоврожайних гібридів.

У наших дослідях найвищі показники урожайності зерна серед тестгібридів ранньостиглої групи були зафіксовані в топкросних комбінаціях за участю ліній із вихідних гібридів F7/B76, F7/SD15 (табл. 5).

Таблиця 5

Урожайність тесткросних гібридів залежно від вихідної гібридної комбінації (2004-2005 рр.)

Вихідна гібридна комбінація	Тестер	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ т/га	V,%	% гібридів, що перевищили стандарт		Lim, т/га	
				st 1	st 2	min	max
Ранньостигла група ліній							
F7/B76	Кр175м	7,59±0,05	20,3	16,7	8,3	5,95	9,86
	Кр221м	7,88±0,06	22,9	14,6	12,5	5,62	11,28
	Кр714м	8,07±0,05	21,9	18,8	12,5	5,67	11,08
Середнє		7,85±0,05	21,7	50,1	33,3	5,62	11,28
Середнє по ранній групі		7,50±0,06	25,1	39,3	26,0	4,35	11,52
НІР ₀₅ , т/га		0,77-1,04					
Пізньюстигла група ліній							
4015/26/PV192	Кр427м	10,51±0,04	12,5	12,5	4,2	9,29	13,11
	Кр411м	10,11±0,03	10,3	6,3	0	9,17	12,16
	Кр2637м	9,87±0,04	11,8	4,2	0	8,58	12,10
Середнє		10,16±0,04	11,5	23,0	4,2	8,58	13,11
Середнє по пізній групі		10,23±0,04	11,2	28,2	3,2	8,52	13,11
НІР ₀₅ , т/га		0,53-0,87					

Середній рівень урожайності зерна серед них складав 7,85 т/га. Найвищий відсоток тестгібридів, що за врожайністю перевищили гібридистандарти у ранньостиглій групі (st1 – Борисфен191МВ та st2 – Борисфен250МВ), було отримано за участю ліній, започаткованих із вихідних гібридів F7/B76 у схрещуваннях з тестерами Кр221м та Кр714м. Серед тестгібридів за участю пізньюстиглих ліній значних відмінностей за рівнем урожайності між відповідними тесткросними групами гібридів не спостерігалось.

Переважна кількість кращих тесткросних комбінацій ранньостиглої групи була отримана у схрещуваннях з тестером Кр221м (табл. 6). Практично всі гібриди відносилися до середньоранньої групи й за «тривалістю періоду сходи – цвітіння 50% качанів» були на рівні гібриду-стандарту Борисфен250МВ. Серед кращих тестгібридів з пізньостиглої групи новостворених ліній, переважна більшість була отримана від схрещування ліній з тестером Кр427м, які практично всі відносилися до середньопізньостиглої групи. Зацвітали вони дещо раніше від гібриду-стандарту Борисфен433МВ на 1-2 доби.

Таблиця 6

**Характеристика кращих тесткросних гібридів
(2004-2005 рр.)**

Гібридна комбінація	Урожайність, т/га	± до стандарту,		Збиральна вологість, %	Період «сходи – цвітіння 50% качанів», діб
		st1	st2		
Ранньостигла група					
Борисфен 191 МВ (st1)	7,51	-	-	18,7	50
Борисфен 250 МВ (st2)	9,01	-	-	20,2	55
Кр221м/(F7/B76-7-15)	11,28	+3,77	+2,77	22,6	53
Кр221м/(Со191/ДК18-5-08)	11,52	+4,01	+2,51	24,1	57
Кр221м/(4015/26/PV192-3-07)	11,32	+3,81	+2,31	23,7	55
Кр175м/(4015/26/B76-4-11)	11,25	+3,74	+2,24	23,8	55
НІР ₀₅	0,7-0,8			1,1-3,3	0,8-1,2
Пізньостигла група					
Борисфен 380 МВ (st1)	10,81	-	-	21,8	60
Борисфен 433 МВ (st2)	12,17	-	-	30,6	65
Кр427м/(4015/26/B76-0-093)	12,56	+1,75	+0,39	28,7	65
Кр427м/(4015/26/PV192-0-084)	13,11	+2,30	+0,94	31,2	67
Кр427м/(4015/26/PV192-0-093)	12,35	+1,54	+0,18	27,6	64
Кр2637м/(4015/26/PV192-0-084)	12,20	+1,40	+0,03	27,1	63
НІР ₀₅	0,9-1,2			2,0-5,4	1,3-1,5

Наведені вище тесткросні гібриди за участю пізньостиглих ліній забезпечували стабільні перевищення урожайності над стандартом Борисфен380МВ у середньому від 1,4 т/га до 2,3 т/га, а над Борисфеном433МВ – від 0,03 т/га до 0,94 т/га, чим підтвердили свою селекційну перспективність.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне обґрунтування та практичне вирішення наукового завдання з встановлення ефективності створення нового

вихідного матеріалу кукурудзи на базі ліній, контрастних за групами стиглості та різних за генетичним походженням в умовах зрошення південного Степу України. Встановлено в умовах зрошення закономірності прояву і мінливості та кореляцій господарсько-цінних ознак в F_1 гібридів від схрещування контрастних за вегетаційним періодом генотипів, мінливості і успадковуваності ознак самозапилених сімей S_1-S_5 залежно від генетичного походження вихідних гібридів, особливості комбінаційної здатності створених ліній різного походження. Внаслідок розробки наукових положень одержано новий вихідний матеріал для створення високогетерозисних гібридів, що має важливе значення в селекції кукурудзи.

1. Гібриди F_1 , які отримані від схрещування ліній, контрастних за групами стиглості та генетичним походженням, здатні забезпечувати в умовах зрошення рівень гетерозису за врожайністю зерна понад 280% – 4015/26/LH51 ($\Gamma_{\text{ict}}=285,5\%$, $\Gamma_{\text{rip}}=311,3$), S72/Mo41 ($\Gamma_{\text{ict}}=285,7\%$, $\Gamma_{\text{rip}}=360,7\%$), F7/LH51 ($\Gamma_{\text{ict}}=289,8\%$, $\Gamma_{\text{rip}}=331,8\%$), а в окремих випадках – понад 300% – Ep1/ДК18 ($\Gamma_{\text{ict}}=310,5\%$, $\Gamma_{\text{rip}}=345,6\%$) та забезпечувати рівень врожайності понад 11 т/га у середньоранній групі (ФАО 201-300) і більше, ніж 12,5 т/га у середньостиглій середньопізній групах (ФАО 301-450), достовірно перевищуючи кращі гібриди з цих груп стиглості, отриманні від схрещування батьківських форм, близьких за вегетаційним періодом.

2. За біометричними показниками та елементами продуктивності у F_1 гібридів максимальний рівень гетерозису був за ознакою «маса зерна з качана» ($\Gamma_{\text{ict}}=185,7\%$, $\Gamma_{\text{rip}}=234,3\%$), а мінімальний - за ознакою «кількість рядів зерен» ($\Gamma_{\text{ict}}=96,6\%$, $\Gamma_{\text{rip}}=103,7\%$).

3. За ознаками «збиральна вологість зерна» та «тривалість періоду сходи – цвітіння 50% качанів» у F_1 гібридів спостерігалось відхилення в сторону ранньостиглої батьківської форми. Найменшу «тривалість періоду сходи–цвітіння 50% качанів» мали комбінації: F7/B87 ($\Gamma_{\text{ict}}=95,1\%$, $\Gamma_{\text{rip}}=87,0\%$), F7/B76 ($\Gamma_{\text{ict}}=95,8\%$, $\Gamma_{\text{rip}}=85,0\%$), F7/LH51 ($\Gamma_{\text{ict}}=93,2\%$, $\Gamma_{\text{rip}}=83,5\%$). Нижчу збиральну вологість зерна, ніж ранньостигла батьківська форма, мали такі гібриди: S72/B76 ($\Gamma_{\text{ict}}=88,4\%$, $\Gamma_{\text{rip}}=75,6\%$) та F7/SD15 ($\Gamma_{\text{ict}}=96,4\%$, $\Gamma_{\text{rip}}=71,7\%$).

4. Сильний позитивний кореляційний зв'язок врожайності зерна у F_1 гібридів було виявлено з ознакою «тривалість періоду сходи – цвітіння 50% качанів» ($r=0,81 \pm 0,14$). Середній позитивний рівень кореляційної залежності врожайності зерна у досліді був зафіксований з масою 1000 зерен ($r=0,50 \pm 0,20$), кількістю зерен у ряді ($r=0,61 \pm 0,17$), діаметром ($r=0,52 \pm 0,17$) та довжиною качана ($r=0,41 \pm 0,20$). Решта досліджуваних ознак F_1 гібридів не мали суттєвого впливу на урожайність зерна.

5. Найвищі значення коефіцієнтів успадковуваності в широкому розумінні (H^2) при доборах на ранньостиглість були виявлені у ранніх поколіннях самозапилення за ознаками «тривалість періоду сходи – цвітіння 50% качанів» та «маса 1000 зерен» – понад 90%. Найменші значення коефіцієнтів успадковуваності у цих поколіннях були відмічені за ознаками «кількість рядів зерен» ($H^2=57\%$) та «діаметр качана» ($H^2=67\%$).

6. Не встановлено чіткої залежності між коефіцієнтом успадкованості, поколінням інцухту та інбредним мінімумом за адаптивними ознаками та елементами продуктивності. У досліджуваних генотипів їх зміни носили індивідуальний характер та мали широкий спектр мінливості ($H^2=12,1-92,5\%$).

7. Максимальний рівень генотипового різноманіття та коефіцієнтів успадкованості за адаптивними ознаками та елементами продуктивності виявлено у ранніх поколіннях інцухту ($V_g=38,2-53,8\%$). Це дає підстави для проведення ефективних доборів за цінними селекційними ознаками серед рекомбінантів з широкою генетичною основою саме на початкових етапах самозапилення з подальшим жорстким бракуванням у наступних циклах інбридінгу.

8. Значна диференціація новостворених ліній щодо комбінаційної здатності за ознакою «урожайність зерна» в ранніх генераціях самозапилення дозволила виділити елітні генотипи: S72/Mo41-4-09 (X-501), F7/SD15-7-14 (X-512), F7/B76-7-15 (X-525), Co191/ДК18-5-08 (X-534), 4015/26/PV192-3-07 (X-542), 4015/26/B76-7-11, 4015/26/B76-4-11, F7/SD15-6-07, які необхідно залучати у селекційні програми синтезу високоврожайних адаптованих до умов зрощення гібридів.

9. Ідентифіковано ряд селекційно-перспективних ліній, які характеризувалися стабільним проявом позитивних ефектів ЗКЗ у контрастні за погодними умовами роки випробувань - S72/Mo41-6-12, F7/SD15-7-20, 4015/26/B76-6-09, 4015/26/PV192-4-09, 4015/26/PV192-3-14, 4015/26/B76-0-131, 4015/26/B76-0-044, 4015/26/PV192-0-084, 4015/26/PV192-0-031. Виявлено інбредні генотипи, які здатні адекватно підвищувати рівень врожайності при покращенні агрофону – S72/Mo41-6-28, F7/B76-5-10, Co191/ДК18-7-04, 4015/26/PV192-7-07, 4015/26/B76-0-053, 4015/26/PV192-0-100, 4015/26/PV192-0-093.

10. За участю кращих новостворених ліній виділено гібридні комбінації, що за врожайністю перевищували гібриди-стандарти та мали низьку збиральну вологість зерна. Серед гібридів за участю ранньостиглих ліній врожайність понад 11 т/га забезпечували Кр221м/(Co191/ДК18-5-08), Кр221м/(F7/SD15-7-14), Кр221м/(4015/26/PV192-3-07), Кр221м/(F7/B76-7-15), Кр175м/(4015/26/B76-4-11). Проміж гібридів за участю пізньостиглої групи ліній врожайність зерна понад 12 т/га забезпечували Кр427м/ (4015/26 /B76-0-093), Кр427м/(4015/26 /PV192-0-093), Кр2637м/(4015/26/PV192-0-084), а гібрид Кр427м/(4015/26/PV192-0-084) забезпечував урожайність понад 13 т/га.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ

1. При селекції адаптивних гібридів кукурудзи з підвищеним рівнем урожайності зерна та низькою його збиральною вологістю доцільно використовувати самозапилені лінії X-501 (S72/Mo41-4-09), X-512 (F7/SD15-7-14), X-525 (F7/B76-7-15), X-534 (Co191/ДК18-5-08), X-542 (4015/26/PV192-3-07).

2. Рекомендується для розширення бази нового вихідного матеріалу та синтезу високоврожайних гібридів кукурудзи використовувати метод

створення його на базі ліній, контрастних за групами стиглості та різних за генетичним походженням.

СПИСОК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Нетреба О.О. Успадкування та мінливість ознаки «висота рослин» у гібридів кукурудзи різних поколінь самозапилення, створених на базі ліній, контрастних за довжиною вегетаційного періоду / О.О. Нетреба, Ю.О. Лавриненко // Зрошуване землеробство. – 2005. – Вип. 44. – С. 99–102. (70% авторства: проведення досліджень, узагальнення результатів).
2. Агроекологічна мінливість висоти кріплення качана у ліній та гібридів кукурудзи в умовах зрошення / Ю.О. Лавриненко, С.В. Коковіхін, О.О. Нетреба [та ін.] // Вісник Білоцерківського ДАУ. – 2006. – Вип. 43. – С. 81–84. (40% авторства: узагальнення результатів).
3. Лавриненко Ю.О. Агроекологічні моделі гібридів кукурудзи ФАО 200-300 для умов південного регіону України / Ю.О. Лавриненко, В.Г. Найдьонов, О.О. Нетреба // Таврійський науковий вісник. – 2006. – Вип. 47. – С. 71–76. (40% авторства: узагальнення результатів).
4. Нетреба О.О. Успадкування ознаки «висота рослин» у гібридів кукурудзи першого покоління, створених на базі ліній різних за тривалістю вегетаційного періоду / О.О. Нетреба // Зрошуване землеробство. – 2006. – Вип. 46. – С. 201–206.
5. Селекційно-технологічні аспекти підвищення стійкості виробництва зерна кукурудзи в умовах південного Степу / Ю.О. Лавриненко, С.В. Коковіхін, О.О. Нетреба [та ін.] // Бюл. Інституту зернового господарства. – 2006. – Вип. 28–29. – С. 136–143. (40% авторства: узагальнення результатів).
6. Лавриненко Ю.О. Мінливість ознаки «тривалість періоду сходи-цвітіння» в генераціях S_1 - S_5 гібридів кукурудзи, створених на базі контрастних за довжиною вегетаційного періоду ліній / Ю.О. Лавриненко, О.О. Нетреба // Зрошуване землеробство. – 2007. – Вип. 47. – С. 129–134. (70% авторства: проведення досліджень, узагальнення результатів).
7. Успадкування та мінливість збиральної вологості зерна кукурудзи в умовах зрошення / Ю.О. Лавриненко, С.В. Коковіхін, О.О. Нетреба [та ін.] // Таврійський науковий вісник. – 2007. – Вип. 48. – С. 25–33. (40% авторства: проведення досліджень, узагальнення результатів).
8. Лавриненко Ю.О. Оцінка комбінаційної здатності ліній кукурудзи, отриманих з гібридів, створених за участю контрастних за тривалістю вегетаційного періоду батьківських форм / Ю.О. Лавриненко, О.О. Нетреба // Таврійський науковий вісник. – 2007. – Вип. 53. – С. 40–47. (70% авторства: проведення досліджень, узагальнення результатів, формування висновків).
9. Лавриненко Ю.О. Урожайність тесткросних гібридів кукурудзи, створених на базі контрастних за тривалістю вегетаційного періоду батьківських форм / Ю.О. Лавриненко, О.О. Нетреба // Таврійський науковий вісник. – 2007. – Вип. 54. – С. 20–27. (70% авторства: проведення досліджень, узагальнення результатів, формування висновків).

10. Успадкування та мінливість тривалості періоду «сходи-цвітіння» кукурудзи в умовах зрошення / Ю. Лавриненко, С. Коковіхін, О. Нетреба [та ін.] // Вісник Львівського державного аграрного університету. – 2007. – № 11. – С. 88–95. (40% авторства: проведення досліджень, узагальнення результатів).
11. Нетреба О.О. Селекційна цінність нового вихідного матеріалу кукурудзи, створеного на базі ліній, контрастних за групами стиглості, в умовах зрошення / О.О. Нетреба, В.М. Туровець // Бюл. Інституту зернового господарства. – 2008. – Вип. 33–34. – С.138–142. (70% авторства: проведення досліджень, узагальнення результатів, формування висновків)
12. Лавриненко Ю.О. Урожайність гібридів F_1 кукурудзи, створених на базі контрастних за тривалістю вегетаційного періоду батьківських форм / Ю.О. Лавриненко, О.О. Нетреба // Зрошуване землеробство. – 2008. – Вип. 50. – С. 129–133. (70% авторства: проведення досліджень, узагальнення результатів, формування висновків)
13. Використання генетичного потенціалу кукурудзи у селекційному процесі / О.О. Нетреба, В.Я. Польський, Ю.О. Лавриненко [та ін.] // Фальцфейнівські читання: зб. наук. пр. ХДПУ. – Херсон 25-27 квіт. 2001 р. / М-во освіти і науки України, Херсонська обл. Держ. адмін. [та ін.]. – Херсон: Терра, 2001. – С. 138–140. (40% авторства: узагальнення результатів).
14. Нетреба О.О. Успадкування висоти рослин гібридами кукурудзи, що створені за участю ліній різних груп ФАО / О.О. Нетреба, Ю.О. Лавриненко / матеріали Всеукр. наук. практ. конф. молодих вчених і спеціалістів з проблем виробництва зерна в Україні. (Дніпропетровськ, 5–6 берез. 2002 р.) / Ін-т зернового господарства УААН. – Дніпропетровськ, ІЗГ, 2002. – С. 54–55. (70% авторства: проведення досліджень, узагальнення результатів).
15. Нетреба О.О. Стан та перспективи селекції кукурудзи для південного Степу / О.О. Нетреба, Ю.О. Лавриненко // зб. матеріалів третьої міжвуз. наук. практ. конф. аспірантів [«Сучасна аграрна наука: напрями досліджень, стан і перспективи»], (Вінниця, 17–19 берез. 2003 р.) / М-во аграр. політики, Вінницький держ. аграр. ун-т. – Вінниця.: ВДАУ, 2003. – С. 38–39. (40% авторства: узагальнення результатів).
16. Нетреба О.О. Мінливість збиральної вологості зерна самозапилених сімей кукурудзи, створених за участю ліній, різних за довжиною вегетаційного періоду / О.О. Нетреба, Ю.О. Лавриненко // сб. тез. 2-й Междунар. конф. молодых ученых. [«Современные проблемы генетики, биотехнологии и селекции растений»], (Харьков, 19–23 мая 2003 г.) / УААН, Ин-т раст-ва им. В.Я. Юрьева, – Х.: ИР им. В.Я. Юрьева, 2003. – С. 194–195. (50% авторства: проведення досліджень і узагальнення результатів). (70% авторства: проведення досліджень, узагальнення результатів).
17. Агроекологічні моделі гібридів кукурудзи ФАО 190-300 для південного Степу / В.Г.Найдьонов, О.О.Нетреба, Ю.О.Лавриненко [та ін.] // матеріали наук. практ. конф. молодих вчених і спеціалістів [«Енергозберігаючі технології в землеробстві за ринкових умов господарювання»], (Чабани,

27–29 листоп. 2006 р.) / УААН, ННЦ «Ін-т землеробства УААН». – Чабани, ІЗ УААН, 2006. – С. 55–57. (40% авторства: узагальнення результатів).

18. Еколого-генетична мінливість врожайності зерна кукурудзи в умовах південного Степу / В.Г. Найдьонов, О.О. Нетреба, Ю.О. Лавриненко [та ін.] // Вісник Степу, зб. наук. пр: матеріали III Всеукр. наук. практ. конф. молодих вчених і спеціалістів [«Агропромислове виробництво України – стан та перспективи розвитку»], (Кіровоград, 14–16 берез. 2007 р.) / Кіровоградський Ін-т агро.-пром. виробництва, УААН. – Кіровоград, ІАПВ, 2007. – Вип. 4. – С. 72–75. (40% авторства: узагальнення результатів, формування висновків).

Анотація

Нетреба О.О. Створення нового вихідного матеріалу кукурудзи на базі ліній, контрастних за тривалістю вегетаційного періоду в умовах зрошення південного Степу України. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.05. – селекція рослин. – Інститут зернового господарства УААН, Дніпропетровськ, 2008.

Вивчено особливості успадкування адаптивних ознак та елементів продуктивності гібридами F_1 , які отримані при схрещуванні контрастних за групами стиглості батьківських ліній. Виявлено рівень мінливості господарсько-цінних ознак при різновекторному доборі за групами стиглості у генераціях самозапилення S_1 - S_5 залежно від вихідної гібридної комбінації. Ідентифіковано серед інбредних популяцій елітні сім'ї та лінії з комплексом господарсько-цінних ознак. Виділено кращі гібриди за участю створених елітних ліній для використання у селекційній практиці та виробництві. Встановлено кореляційні зв'язки між господарсько-цінними ознаками гібридів та їх зерною продуктивністю. Визначено комбінаційну здатність новостворених інбредних ліній за врожайністю зерна. Доведено ефективність використання методу створення нового вихідного матеріалу на базі ліній, контрастних за групами стиглості та різного генетичного походження в умовах зрошення південного Степу України. Створено цінні для практичної селекції лінії кукурудзи з комплексом селекційно-цінних ознак, а саме: S72/Мо41-4-09 (X-501), F7/SD15-7-14 (X-512), F7/B76-7-15 (X-525), Со191/ДК18-5-08 (X-534), 4015/26/PV192-3-07 (X-542), 4015/26/B76-7-11, 4015/26/B76-4-11, F7/SD15-6-07, S72/Мо41-4-09.

Ключові слова: кукурудза, інбредні лінії, самозапилені сім'ї, гібриди, рівень гетерозису, зародкова плазма, комбінаційна здатність, мінливість генотипова, мінливість модифікаційна, варіація, врожайність зерна, кореляція, успадковування.

Аннотация

Нетреба А.А. Создание нового исходного материала кукурузы на базе линий, контрастных по продолжительности вегетационного периода в условиях орошения южной Степи Украины. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.05. – селекция растений. – Институт зернового хозяйства УААН, Днепропетровск, 2008.

В диссертационной работе приведено теоретическое обоснование и практическое решение научного задания по установлению эффективности создания нового исходного материала кукурузы на базе линий, контрастных по группам спелости и различных за генетическим происхождением в условиях орошения южной Степи Украины.

Установлены в условиях орошения закономерности проявления, изменчивости и корреляций хозяйственно-ценных признаков в F_1 гибридов от скрещивания контрастных по продолжительности вегетационного периода генотипов. Был зафиксирован значительный уровень гетерозиса по урожайности зерна, а сама урожайность у некоторых форм превышала 13 т/га и свидетельствовала о том, что гибриды кукурузы, полученные от скрещивания линий разных групп спелости в условиях орошения южной Степи Украины могут обеспечивать высокий уровень урожайности зерна. Сильная позитивная корреляционная связь урожайности зерна в F_1 гибридов была выявлена с признаком «продолжительность периода всходы-цветение 50% початков», средний позитивный уровень корреляционной зависимости урожайности зерна был установлен с массой 1000 зерен, количеством зерен в ряду, диаметром и длиной початка.

Установлен уровень изменчивости адаптивных признаков, элементов продуктивности, а также особенности наследуемости признаков в самоопыленных семьях S_1 - S_5 в зависимости от генетического происхождения исходной гибридной комбинации, поколения самоопыления и направления отбора. Изучено особенности наследования адаптивных признаков и элементов продуктивности у гибридов, которые получены от скрещивания линий, контрастных по продолжительности вегетационного периода и разным генетическим происхождением. Максимальные уровни генетической изменчивости и показателей коэффициента наследования были выявлены в ранних циклах самоопыления, что указывало на целесообразность проведения максимально эффективных отборов по хозяйственно-ценным признакам именно на ранних стадиях инбридинга. За рядом признаков (количество зерен в ряду, диаметр початка и др.) высокий уровень коэффициентов наследования сохранялся и в более глубоких генерациях самоопыления, но значительно снижалась генотипически обусловленная изменчивость, что существенно усложняет эффективную селекцию за этими признаками в поздних циклах самоопылений.

Проведен анализ комбинационной способности созданных линий разного происхождения. Анализ эффектов ОКС и вариантов СКС дал возможность выделить ряд перспективных линий для селекции высокоурожайных гибридов кукурузы. Контрастные по погодным условиям годы испытаний дали возможность более широко дифференцировать новые линии по показателям адаптивности к неблагоприятным условиям выращивания, и в первую очередь к засухе. К наиболее ценным созданным

линиям относятся такие, как: S72/Mo41-4-09 (X-501), F7/SD15-7-14 (X-512), F7/B76-7-15 (X-525), Co191/ДК18-5-08 (X-534), 4015/26/PV192-3-07 (X-542), 4015/26/B76-7-11, 4015/26/B76-4-11, F7/SD15-6-07, S72/ Mo41-4-09, которые в гибридных комбинациях могут обеспечивать высокий уровень гетерозиса по урожайности зерна и высокий адаптивный потенциал к условиям возделывания. В результате разработки научных положений получено новый исходный материал для создания высокогетерозисных гибридов и доказана эффективность метода создания нового исходного материала кукурузы на базе линий, контрастных по группам спелости и различных за генетическим происхождением в условиях орошения южной Степи Украины, что имеет важное значение в селекции кукурузы.

Ключевые слова: кукуруза, самоопыленные линии, самоопыленные семьи, гибриды, уровень гетерозиса, генетическая плазма, комбинационная способность, изменчивость генотипическая, изменчивость модификационная, вариация, урожайность зерна, корреляция, наследование.

Summary

Netreba A.A. Creation of a new initial material of corn on the basis of lines, contrast on duration of the vegetative period in conditions of an irrigation of southern Steppe of Ukraine. – Manuscript.

Thesis is for candidate of agricultural sciences degree by speciality 06.01.05. – Plant Breeding. – Grain Farming Institute UAAS, Dnepropetrovsk, 2008.

Features of inheritance of adaptive attributes and elements of efficiency of hybrids F_1 which are received at crossing contrast behind groups of ripeness of parental lines are investigated. The level of variability of economic - valuable attributes is revealed at different-vector selection on groups of ripeness in generations self-pollination S_1 - S_5 depending on an initial hybrid combination. It is identified among self-pollinated populations elite families and lines with a complex of economic - valuable attributes. The best hybrids are allocated at participation of the created elite lines for use in selection practice and manufacture. Correlation communications (connections) between economic - valuable attributes of hybrids and their grain efficiency are established. Combinational ability created self-pollinated lines behind productivity of a grain is determined. Efficiency of use of a method of creation of a new initial material is proved on the basis of lines, contrast between groups of a maturity and a different genetic origin in conditions of an irrigation of southern Steppe of Ukraine. It created lines of corn valuable to practical selection with a complex of selection-valuable attributes, namely: S72/Mo 41-4-09 (X-501), F7/SD 15-7-14 (X-512), F7/B 76-7-15 (X-525), a Co191/recreation center 18-5-08 (X-534), 4015/26/PV 192-3-07 (X-542), 4015/26/B76-11, 4015/26/B 76-4-11, F7/SD 15-6-07, S72/Mo 41-4-09.

Key words: corn, self-pollinated lines, the self-pollinated families, hybrids, a level of a heterosis, heterosis plasma, combinational ability, genotypical variability, variability modification, a variation, productivity of a grain, correlation, the inheritance.