

УДК 633.15:631.52

ИЗУЧЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ ОСНОВНЫМИ ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫМИ ПРИЗНАКАМИ У ИНБРЕДНЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ ОМСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Ильин В.С., Гетц Г.В., Губин С.В., Логинова А.М.

*Сибирский филиал ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы» РАСХН,
Омск, e-mail: sibmais@rambler.ru*

Кукуруза является основой кормовой базы для большинства отраслей животноводства во всем мире. Отечественные и зарубежные селекционеры работают над созданием раннеспелых гибридов, пригодных для выращивания в северных регионах, в том числе в Западной Сибири. Основой для создания таких раннеспелых гибридов должны стать инбредные линии, которые должны быть донорами хозяйственно ценных признаков, отвечающих за адаптацию созданных при их участии гибридов к лимитированным агроклиматическим условиям Сибири. Для эффективной работы селекционеров по созданию коллекции ценных раннеспелых гибридов кукурузы необходимо понимать принципы взаимодействия ценных признаков в генотипе инбредных линий местного экотипа. В статье приведены результаты изучения корреляционных связей между основными хозяйственно ценными признаками у инбредных линий кукурузы омской селекции. На основе полученных данных даны рекомендации практической селекции.

Ключевые слова: кукуруза, инбредные линии, коэффициент корреляции, корреляционные взаимодействия, хозяйственно ценные признаки

THE STUDY OF CORRELATIONS BETWEEN THE BASIC ECONOMIC-USEFUL TRAITS IN INBRED LINES OF MAIZE BREEDING IN OMSK

Ilyin V.S., Getts G.V., Gubin S.V., Loginova A.M.

*The Siberian branch of the of all-Russian Scientific Research Institute of Corn,
Omsk, e-mail: sibmais@rambler.ru*

Corn is the base forage for most livestock industries throughout the world. Domestic and foreign breeders are working to create early maturing hybrids suitable for cultivation in the Northern regions, including Western Siberia. The basis for the creation of such early maturing hybrids should be inbred lines, which must be donors of economically valuable traits responsible for the adaptation, created with the participation of hybrids is limited to the agro-climatic conditions of Siberia. For effective work of breeders to create a collection of valuable early maturing maize hybrids is necessary to understand the principles of interaction valuable traits in the genotype of the inbred lines of the local ecotype. The article presents the results of a study of correlations between the main economically valuable traits in inbred lines of maize Omsk selection. Based on these results recommendations are practical selection.

Keywords: maize, inbred lines, coefficient of correlation, correlation and interaction of economic and valuable signs

Успех гетерозисной селекции кукурузы определяется правильным подбором исходных родительских форм – гомозиготных линий. Создание коллекции гомозиготных инбредных линий, их изучение и подбор оптимальных родительских пар из них – сложный, долгий и трудоемкий процесс, малейшая ошибка в котором ставит под угрозу успех всей селекционной программы. Особенно актуален этот аспект селекционной работы в регионах, климатические условия периода вегетации культуры в которых могут существенно отличаться год от года. Здесь для изучения каждого отдельного признака может понадобиться срок в несколько раз больший, чем в регионах с более стабильным климатом. Тем не менее вести первичную селекцию и испытание готовых гибридов в агроклиматических зонах отличных от тех, для которых предназначены создаваемые коммерческие гибриды, не-

целесообразно. Многими исследователями подтверждено, что в различных морфобиологических группах растений возможны отличия в коэффициентах корреляции между признаками. Выходом из такой ситуации будет определение корреляционных связей между высоконаследуемыми хозяйственно ценными признаками инбредных линий в конкретной экологической подгруппе, для более полного анализа хозяйственной ценности и экономической эффективности выращивания исходных родительских инбредных линий кукурузы. Обнаружение и определение величины таких корреляционных связей помогают более четко составлять план селекционной работы, повышать эффективность труда селекционера [2, 5, 7].

В данной статье приведены результаты исследования корреляционных связей между основными хозяйственно ценными признаками у инбредных линий кукурузы,

созданных в Сибирском филиале Всероссийского научно-исследовательского института кукурузы (СФ ВНИИК, г. Омск). Данная группа инбредных линий была отобрана в ходе изучения большой коллекции линий Сибирского филиала ВНИИК по комплексу хозяйственно ценных признаков.

Материалы и методика исследований

Объектом исследования была группа из 48 инбредных линий кукурузы, отобранных по комплексу признаков из коллекции линий, созданной в Сибирском филиале ВНИИК с 1997 по 2009 г., а также линия Ом 136, выделенная в 1985 г., но ранее не достаточно изученная. Проводился опыт по изучению линий кукурузы по комплексу признаков и выделению источников раннеспелости, холодостойкости, комбинационной способности и других хозяйственно ценных признаков.

Исследования проводились с 2010 по 2013 гг. Погодные условия в период проведения опыта значительно отличались по годам. Наиболее благоприятным для роста и развития кукурузы был 2011 г. – в течение вегетационного периода выпало 195 мм осадков, а среднесуточная температура воздуха составила 17,3 °С. Наиболее стрессовым был 2012 г., в июле которого выпало всего 8,2 мм осадков, при том что среднесуточная температура воздуха за летние месяцы превысила климатическую норму на 2,3 °С, и составила 20,4 °С. В 2010 г. наблюдался дефицит осадков, а в 2013 г. по климатическим показателям был близок к среднестатистическому [3].

Растения в опыте высевались квадратно-гнездовым способом по схеме 70×70 см, на делянках площадью 9,8 м². Размещение вариантов систематизированное. В трёхкратной повторности. Проводились следующие измерения и учёт: высота растения, высота прикрепления верхнего початка, длина метелки, число веточек метелки, масса 1000 семян, масса сухого початка, длина початка, диаметр початка, число рядов зерен и число зерен в ряду, масса зерна с початка, выход сухого зерна из початка. Определялась урожайность зерна в пересчете на стандартную 14%-ную влажность и густоту стояния растений 60 тыс. на 1 га.

Коэффициенты корреляции Пирсона (r) рассчитывались по методике, изложенной Б.А. Доспеховым [1]. Для всей изучаемой группы линий, а также по подгруппам, выделенным по признаку «продолжительность периода – всходы – цветение початка». Значение коэффициента корреляции r от 0 до 0,500 показывает слабую корреляционную связь между признаками, от 0,501 до 0,700 – среднюю и от 0,701 до 0,999 – сильную.

Результаты исследования и их обсуждение

После вычисления коэффициентов корреляции для всей изучаемой группы инбредных линий кукурузы обнаружены сильные положительные корреляционные связи между следующими парами признаков:

- Высота растения и Высота прикрепления верхнего початка ($r = 0,72$).

- Масса початка и Масса 1000 семян ($r = 0,73$).

- Масса початка и Длина початка ($r = 0,79$).

- Длина початка и Число зерен в ряду ($r = 0,71$).

- Число зерен в ряду и Число зерен в початке ($r = 0,87$).

- Масса 1000 семян и Масса зерна с початка ($r = 0,73$).

- Масса початка и Масса зерна с початка ($r = 0,97$).

- Масса початка и Длина початка ($r = 0,78$).

- Число зерен в ряду и Масса зерна с початка ($r = 0,72$).

Сильная отрицательная корреляционная связь обнаружена между признаками:

- Продолжительность периода «всходы – цветение початка» и Масса 1000 семян ($r = -0,74$).

Средними значениями коэффициента корреляции ($0,501 < r < 0,700$) связаны признаки:

- Урожайность зерна и Масса початка, Длина початка, Число зерен в ряду, Масса зерна с початка.

- Продолжительность периода «всходы – цветение початка» и Масса початка, Масса зерна с початка.

- Масса 1000 семян и Длина початка.

- Масса початка и Число зерен в ряду, Число зерен в початке.

- Длина початка и Число зерен в початке.

- Число зерен в початке и Масса зерна с початка.

Значения коэффициентов корреляции по всем изучаемым в опыте признакам приведены в табл. 1.

Следует отметить, что вся коллекция сибирских инбредных линий кукурузы относится к ультрараннеспелой по классификации ФАО [6]. Но в экстремальных для этой культуры агроклиматических условиях мы подразделяем ее на более узкие подгруппы (по потребности в сумме активных температур, необходимых для достижения растениями фенологической фазы «цветение початка»). Потребность растений инбредных линий кукурузы, изучаемых в опыте, приведена в табл. 2.

Определение величины корреляционных связей внутри общей группы изучаемых инбредных линий кукурузы позволяет в целом изучить особенности генетически обусловленного адаптивного механизма растений кукурузы сибирского экотипа и использовать эти сведения в практической селекции раннеспелых гибридов кукурузы для регионов с лимитированными агроклиматическими, прежде всего тепловыми, ресурсами.

Таблица 1

Коэффициенты корреляции (*r*) между основными хозяйственно полезными признаками у изучаемой группы инбредных линий кукурузы омской селекции

Количественные признаки												
	Урожайность зерна при 14% влажности	Продолжительность периода «всходы – цветение початка»	Высота растения	Высота прикрепления верхнего початка	Количество початков на растении	Масса 1000 семян	Масса сухого початка	Длина початка	Диаметр початка	Число рядов зерен на початке	Число зерен в ряду	Число зерен в початке
Продолжительность периода «всходы – цветение початка»	-0,434											
Высота растения	0,486	0,016										
Высота прикрепления верхнего початка	0,112	0,231	0,723									
Количество початков на растении	0,031	0,386	0,192	0,324								
Масса 1000 семян	0,478	-0,735	0,150	-0,085	-0,258							
Масса сухого початка	0,632	-0,555	0,222	-0,237	-0,251	0,726						
Длина початка	0,542	-0,435	0,141	-0,239	-0,120	0,518	0,741					
Диаметр початка	0,071	-0,079	0,165	-0,079	-0,245	0,305	0,450	-0,076				
Число рядов зерен на початке	-0,213	0,241	0,091	0,131	-0,252	-0,331	-0,102	-0,204	0,406			
Число зерен в ряду	0,585	-0,228	0,227	-0,229	-0,082	0,205	0,689	0,700	0,053	-0,083		
Число зерен в початке	0,430	-0,091	0,261	-0,135	-0,196	0,007	0,562	0,526	0,243	0,414	0,868	
Масса зерна с початка	0,622	-0,582	0,176	-0,258	-0,279	0,725	0,978	0,781	0,375	-0,134	0,721	0,577

Таблица 2

Разделение инбредных линий кукурузы омской селекции на подгруппы по потребности в сумме активных температур выше +10°C, для прохождения периода «всходы – цветение початка» и средней продолжительности межфазного периода «всходы – цветение початка»

Инбредные линии, изучаемые в опыте, по подгруппам	Средняя продолжительность межфазного периода «всходы – цветение початка», суток	Сумма активных температур выше +10°C, необходимая для прохождения периода «всходы – цветение початка», °C
Первая подгруппа: Ом 14, Ом 136, Ом 143, Ом 196, Ом 397, Ом 398	50	946,7
Вторая подгруппа: Ом 15, Ом 388, Ом 400, Ом 414	52	999,2
Третья подгруппа: Ом 20, Ом 25, Ом 149, Ом 404, Ом 410	54	1022,7

Селекция кукурузы зернового направления в Западной Сибири направлена на создание малокустящихся гибридов с одним хорошо развитым початком на растении. Величина коэффициентов корреляции урожайности зерна и массы початка (0,63), массы початка с массой 1000 семян

(0,73), массой початка (0,97), длиной початка (0,78) и числом зерен в ряду (0,72) подтверждает правильность выбранной стратегии.

Далее рассмотрим значения коэффициентов корреляции в подгруппах, выделенных по скороспелости (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициенты корреляции (r) между основными хозяйственно полезными признаками у изучаемой группы инбредных линий кукурузы омской селекции, по подгруппам спелости

	Урожайность зерна при 14 % влажности	Продолжительность периода «всходы – цветение початка»	Высота растения	Высота прикрепления верхнего початка	Количество початков на растении	Масса 1000 семян	Масса сухого початка	Длина початка	Диаметр початка	Число рядов зерен на початке	Число зерен в ряду	Число зерен в початке	Масса зерна с початка
Продолжительность периода «всходы – цветение початка»	-0,388												
	-0,232												
	-0,150												
Высота растения	0,761	-0,213											
	0,466	0,048											
	0,171	0,356											
Высота прикрепления верхнего початка	0,488	-0,066	0,834										
	0,544	-0,035	0,825										
	0,050	0,216	0,734										
Количество початков на растении	0,110	0,517	0,143	0,313									
	0,128	0,413	-0,108	0,137									
	-0,104	0,409	0,429	0,530									
Масса 1000 семян	0,452	-0,679	0,456	0,272	-0,329								
	0,326	-0,788	0,003	0,174	-0,213								
	0,205	-0,671	-0,263	-0,255	-0,329								
Масса сухого початка	0,622	-0,502	0,554	0,271	-0,180	0,795							
	-0,029	-0,316	-0,439	-0,288	-0,335	0,421							
	0,567	-0,378	-0,129	-0,522	-0,458	0,594							
Длина початка	0,598	-0,418	0,512	0,251	-0,089	0,725	0,832						
	-0,314	-0,252	-0,566	-0,672	-0,075	0,231	0,476						
	0,393	-0,114	-0,515	-0,486	-0,280	-0,195	0,316						
Диаметр початка	-0,136	-0,133	0,039	0,056	-0,313	0,295	0,342	-0,384					
	0,125	0,358	0,369	0,494	-0,205	-0,140	0,128	0,485					
	0,023	-0,027	0,247	-0,337	-0,249	0,356	0,661	-0,059					
Число рядов зерен на початке	-0,246	-0,042	-0,058	0,050	-0,141	-0,063	0,064	-0,180	0,737				
	0,149	0,536	0,609	0,578	-0,035	-0,498	-0,422	-0,664	0,676				
	-0,202	0,119	-0,098	-0,322	-0,468	-0,276	0,095	0,216	0,303				
Число зерен в ряду	0,601	-0,235	0,418	0,067	0,039	0,372	0,757	0,769	0,010	-0,073			
	-0,014	0,043	-0,369	-0,602	-0,123	-0,303	0,358	0,451	-0,266	-0,295			
	0,688	0,079	0,133	-0,168	-0,273	-0,114	0,543	0,507	0,134	0,072			
Число зерен в початке	0,500	-0,241	0,385	0,081	-0,015	0,313	0,729	0,677	0,235	0,279	0,933		
	0,113	0,466	0,207	-0,014	-0,161	-0,651	-0,042	-0,189	0,359	0,588	0,596		
	0,429	0,118	0,086	-0,278	-0,456	-0,258	0,472	0,507	0,275	0,598	0,839		
Масса зерна с початка	0,611	-0,532	0,481	0,179	-0,229	0,810	0,974	0,903	0,253	-0,024	0,793	0,739	
	0,019	-0,404	-0,460	-0,309	-0,319	0,466	0,979	0,468	0,071	-0,478	0,402	-0,049	
	0,577	-0,415	-0,129	-0,449	-0,473	0,606	0,978	0,335	0,591	0,108	0,545	0,479	
Выход зерна из сухих початков	0,377	-0,381	0,121	-0,200	-0,255	0,387	0,564	0,702	-0,298	-0,284	0,703	0,593	0,678
	0,126	-0,558	-0,420	-0,349	-0,272	0,458	0,707	0,353	-0,141	-0,541	0,490	-0,019	0,831
	0,274	-0,322	-0,059	0,092	-0,295	0,327	0,343	0,225	-0,030	0,126	0,258	0,261	0,527

Таблица 4

Различия в сильных взаимосвязях между основными хозяйственно полезными признаками у изучаемой группы инбредных линий кукурузы омской селекции, по подгруппам скороспелости

Корреляционно взаимосвязанные пары хозяйственно полезных признаков	Значение коэффициента корреляции по подгруппам, <i>r</i>		
	Первая подгруппа: Ом 14, Ом 136, Ом 143, Ом 196, Ом 397, Ом 398	Вторая подгруппа: Ом 15, Ом 388, Ом 400, Ом 414	Третья подгруппа: Ом 20, Ом 25, Ом 149, Ом 404, Ом 410
Урожайность зерна – Высота растений	0,761	0,466	0,171
Масса 1000 семян – Продолжительность периода «всходы – цветение початка»	-0,679	-0,788	-0,671
Высота прикрепления верхнего початка – Высота растений	0,834	0,825	0,734
Масса початка – Масса 1000 семян	0,795	0,421	0,594
Длина початка – Масса 1000 семян	0,725	0,231	-0,195
Длина початка – Масса початка	0,832	0,476	0,316
Масса початка – Длина початка	0,769	0,451	0,507
Число зерен в початке – Масса початка	0,729	-0,042	0,472
Число зерен в початке – Число зерен в ряду	0,933	0,596	0,839
Масса зерна с початка – Масса початка	0,974	0,979	0,978
Масса зерна с початка – Длина початка	0,903	0,468	0,335
Масса зерна с початка – Число зерен в ряду	0,793	0,402	0,545
Масса зерна с початка – Число зерен в початке	0,739	-0,049	0,479
Выход зерна из сухих початков – Масса початка	0,564	0,707	0,343
Выход зерна из сухих початков – Длина початка	0,702	0,353	0,225
Выход зерна из сухих початков – Число зерен в ряду	0,703	0,490	0,258
Выход зерна из сухих початков – Масса зерна с початка	0,678	0,831	0,527

Значения коэффициентов корреляции по группам спелости внутри изучаемой группы инбредных линий кукурузы омской селекции значительно различаются. Сравнительное соотношение сильных взаимосвязей в различных подгруппах приведено в табл. 4.

Различия сильных взаимосвязей между основными хозяйственно полезными признаками у изучаемой группы инбредных линий кукурузы омской селекции, по подгруппам скороспелости, показывают, что наибольшее число высоких значений коэффициентов корреляции наблюдается

у самой раннеспелой подгруппы омских инбредных линий.

Выводы и рекомендации

1. При создании раннеспелых гибридов с высокой урожайностью зерна на основе инбредных линий сибирского экотипа необходимо учитывать сильные корреляционные связи признаков «Масса 1000 семян» с «Масса зерна с початка», «Масса початка» и «Длина початка».

2. У наиболее раннеспелых инбредных линий кукурузы омской селекции отмечаются наиболее сильные корреляционные

взаимодействия между основными хозяйственно ценными признаками растений. Что свидетельствует о том, что в более экстремальных для этой культуры условиях возделывания роль каждого отдельного признака и их взаимодействий значительно возрастает, что повышает экологическую адаптацию генотипа к условиям Западной Сибири.

3. Высокие значения коэффициентов корреляции между значениями определённых пар признаков позволяют описать модель родительской инбредной линии для создания раннеспелых гибридов с высокой урожайностью зерна. Такая линия должна обладать следующими признаками [4]:

- Растения – высокие.
- Масса 1000 семян – зерно крупное.
- Початок – длинный.
- Количество початков на растении – один хорошо развитый.

Значения остальных признаков, не связанных с перечисленными высокими кор-

реляционными взаимодействиями, могут варьировать в зависимости от цели селекционера.

Список литературы

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Герасенков Б.И. Биология и особенности культуры сибирского экотипа кукурузы: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Омск, 1964 – 42 с.
3. Губин С.В., Логинова А.М., Гетц Г.В. Оценка экологической адаптивности инбредных линий кукурузы омской селекции / Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–1; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=20812>.
4. Изучение и поддержание образцов коллекции кукурузы: методические указания / под ред. д-ра с.-х. наук, проф. Г.Е. Шмараева. – Л.: Изд-во ВИР, 1985 – 52 с.
5. Шмараев Г.Е., Веденеев Г.И., Подольская А.П., Бабаянц А.Ф. Генетика количественных и качественных признаков кукурузы / под ред. чл.-корр. РАСХН В.А. Драгавцева. – СПб.: Изд-во ВИР, 1995 – 168 с.
6. Шпаар Д., Гинапп К., Дрегер Д., Захаренко С. и др. Кукуруза (Выращивание, уборка, консервирование и использование) / под общ. ред. Д. Шпаара. – М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2006 – 390 с.
7. Чучмий И.П., Моргун В.В. Генетические основы и методы селекции скороспелых гибридов кукурузы. – Киев: Наукова думка, 1990. – 284 с.