

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ У САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ

Л.П. Шиманский, канд. с.-х. наук, В.И. Кравцов, Т.М. Говор

РНДУП «Полесский институт растениеводства»

(Поступила 22.03.2017)

Рецензент: канд. биол. наук С.И. Гордей

***Аннотация.** В статье изложены результаты изучения направления и силы связей между количественными признаками и свойствами самоопыленных линий кукурузы. Скороспелость и продуктивность самоопыленных линий связаны между собой несущественными или незначительными корреляциями, что свидетельствует о возможности сочетания в одном генотипе важных селекционных признаков – высокой урожайности и скороспелости. Получены положительные средние и сильные корреляционные зависимости между урожайностью линий и урожайностью их гибридов.*

В теории и практике селекционного процесса значительное место занимает генетическое изучение количественных признаков. Большинство из них имеют полигенную основу и закономерности их проявления и наследования до последнего времени не раскрыты [4]. В решении этой проблемы широкое распространение получило использование математических методов статистического анализа, в том числе корреляционного, регрессионного, определение коэффициентов наследуемости.

Задача исследования корреляционной зависимости – определить характер и измерить тесноту сопряженности между признаками, из которых один является факториальным, а другой результативным. Связь между признаками и свойствами лежит в природе самих явлений и с помощью статистических методов можно только нагляднее выразить существующие закономерности [3].

По мнению Н.И.Вавилова [1], в селекции нельзя обойтись без определения корреляционных связей. Обнаружение их полезно тем, что направляет внимание исследователей на отыскание причинной связи между признаками и свойствами. Если даже и не удастся обнаружить причинную связь признаков, твердо установленные, постоянно повторяющиеся эмпирические корреляции создают базу для прогноза, упрощают отбор, ускоряют и удешевляют селекционный процесс.

А.С.Мусийко, В.А.Трофимов [5] отмечают, что наиболее ценны те корреляции, в основе которых лежит биологическая связь между признаками, так как они более постоянны. С другой стороны, корреляции динамичны и зависят от влияния внешней среды. Такое явление позволяет селекционерам успешно находить разрывы в отрицательных связях с целью их преодоления. Так обстоит дело, например, с продуктивностью и скороспелостью.

Большое значение для селекционной практики имеет изучение вопросов передачи наиболее важных хозяйственно-биологических признаков самоопыленных линий гибридному потомству. Большинство авторов указывают на наличие корреляционных связей ряда признаков линий и гибридов, что создает предпосылки для отбора среди самоопыленных линий по комплексу определенных признаков.

Самым распространенным объектом корреляционного анализа является урожай зерна и элементы структуры урожая. Необходимость его проведения объясняется важной ролью результативного признака, а также значительным варьированием урожая и других признаков. В литературе нет единого мнения о степени наследуемости урожая зерна. Ф.Ричи [6] установил, что существует общая зависимость между урожайностью гибридов и урожайностью самоопыленных линий, от скрещивания которых они получены. Высокоурожайные линии дают, как правило, более урожайные гибриды. Достоверные, но невысокие коэффициенты корреляции между урожайностью самоопыленных линий и средним урожаем растений от их скрещивания получили ряд исследователей, т.е. создание и отбор высокопродуктивных самоопыленных линий предполагает и создание на их основе более урожайных гибридов. Однако существуют работы других исследователей, в которых получены результаты с отсутствием связи между урожайностью самоопыленных линий и гибридов.

Объекты и методы исследования. Полевые опыты проводили в полевом селекционном севообороте РНДУП «Полесский институт растениеводства» в 2013-2016 гг. (п. Криничный, Мозырский район). Объекты исследований – самоопыленные линии кукурузы рабочей коллекции, которые отличаются по скороспелости и генетическому происхождению. Проведено изучение направления и силы связей между количественными признаками и свойствами самоопыленных линий кукурузы. Коэффициенты корреляции определяли между 14-ю признаками. Сила связи считается слабой при $r < 0,30$, средней – при $r = 0,30-0,70$ и сильной при $r > 0,70$ [2].

Результаты и их обсуждение. Анализ сопряженности количественных признаков коллекции самоопыленных линий кукурузы позволил выделить две группы признаков. Первая характеризует скороспелость и некоторые морфологические признаки растений. Сильная положительная связь обнаружена между количеством дней от всходов до цветения початков и суммой эффективных температур за этот период (таблица 1). На уровне коэффициента, равном 0,45-0,61, данные признаки связаны с высотой растений и высотой прикрепления початков. Между собой два последних признака связаны сильной связью ($r = 0,77$), что свидетельствует о том, что позднеспелые линии имеют более мощные растения с высоко прикрепленными початками. Содержание сухого вещества в початках к уборке находится в сильной отрицательной корреляции с количеством дней от всходов до цветения початков ($r = -0,73$) и суммой эффективных температур от посева до цветения початков ($r = -0,74$), в средней отрицательной связи с высотой растений ($r = -0,30$) и высотой прикрепления початков

($r=-0,46$), в сильной положительной связи с интенсивностью накопления сухого вещества при наливе и созревании зерна ($r=0,88$). При этом интенсивность накопления сухого вещества в початках находится в средней отрицательной связи со скороспелостью, т.е. и среди позднеспелых линий можно выделить генотипы с высоким темпом накопления сухого вещества и быстрой влагоотдачей при созревании и наливе зерна.

Таблица 1 – Корреляционный анализ скороспелости и морфологических признаков у линий кукурузы

Признак	1	2	3	4	5	6
1. Дней от всходов до цветения початков	1,00					
2. Сумма эффективных температур от посева до цветения початков	0,98± 0,05 ^x	1,00				
3. Высота растений, см	0,51± 0,11 ^x	0,45± 0,12 ^x	1,00			
4. Высота прикрепления початков, см	0,61± 0,10 ^x	0,57± 0,11 ^x	0,77± 0,08 ^x	1,00		
5. Содержание сухого вещества в початках, %	-0,73± 0,09 ^x	-0,74± 0,09 ^x	-0,30± 0,12 ^x	-0,46± 0,12 ^x	1,00	
6. Интенсивность накопления сухого вещества в початках, %/сутки	-0,33± 0,12 ^x	-0,34± 0,12 ^x	-0,09± 0,13	-0,25± 0,13	0,88±0 ,12 ^x	1,00

Примечание. ^x - коэффициенты существенны при $P=0,01$.

В другой группе главным признаком являлась продуктивность растений самоопыленных линий. Средней силы связи данного признака обнаружены с выходом зерна с сухих початков, длиной и шириной початка, количеством рядов зерен (таблица 2). Связь с массой 1000 зерен оказалась слабой. Несмотря на достаточно высокую связь с массой зерна, признак «выход зерна с сухих початков» не имеет устойчивых связей с остальными четырьмя составляющими признаками. Средние достоверные связи имеют между собой количество рядов зерен и ширина початка, длина початка и масса 1000 зерен. Слабое влияние на продуктивность растения массы 1000 зерен определяется ее слабой положительной связью с шириной початка и слабой отрицательной с количеством рядов зерен.

Отбор высокопродуктивных форм предусматривает два направления: 1) с длинными початками и высокой массой 1000 зерен; 2) с широкими початками и большим количеством рядов зерен.

Коррелятивные связи скороспелости с элементами продуктивности оказались несущественными: с массой зерна $r=-0,20 \dots -0,21$, с количеством рядов зерен $r=0,15-0,16$, с длиной початка $r=-0,07 \dots -0,10$, с шириной початка $r=-0,04 \dots -0,06$, с массой 1000 зерен $r=-0,05$. Только с выходом зерна с сухих початков существует достоверная отрицательная связь $r=-0,39 \dots -0,40$.

Наличие двух независимых плеяд свидетельствует о возможности сочетания в одном генотипе важных селекционных признаков – высокой урожайности и скороспелости.

Таблица 2 – Корреляционный анализ признаков, связанных с урожайностью линий кукурузы

Признак	1	2	3	4	5	6
1. Масса зерна с початка	1,00					
2. Выход зерна с сухих початков	0,53± 0,11 ^x	1,00				
3. Масса 1000 зерен	0,25± 0,13	-0,01± 0,13	1,00			
4. Количество рядов зерен	0,46± 0,12 ^x	0,15± 0,13	-0,22± 0,13	1,00		
5. Средняя ширина початка	0,44± 0,12 ^x	0,03± 0,13	0,19± 0,13	0,46± 0,12 ^x	1,00	
6. Средняя длина початка	0,52± 0,11 ^x	0,07± 0,13	0,35± 0,12 ^x	-0,10± 0,13	0,09± 0,13	1,00

Примечание. ^x - коэффициенты существенны при P=0,01.

Существуют различия в силе и направленности корреляционных связей между элементами продуктивности по линиям разной скороспелости и консистенции зерна.

По нашим данным, урожай зерна раннеспелых кремнистых линий имеет достоверную среднюю связь с длиной початка ($r=0,68$), выходом зерна с сухих початков ($r=0,56$), шириной початка ($r=0,43$), незначительную связь с массой 1000 зерен ($r=0,27$) (таблица 3). Достоверные средние связи отмечены длины початка с шириной початка ($r=0,43$), массой 1000 зерен ($r=0,40$) и выходом зерна с сухих початков ($r=0,38$). Наблюдается средняя обратная связь между массой 1000 зерен и количеством рядов зерен ($r=-0,55$).

Урожай зерна среднеранних кремнистых линий кукурузы имеет среднюю корреляционную связь со средней шириной початка ($r=0,52$), с количеством рядов зерен ($r=0,49$) и длиной початка ($r=0,37$). Достоверная средняя связь отмечена между шириной початка и количеством рядов зерен ($r=0,51$). Наблюдается отрицательная средняя связь выхода зерна с сухих початков с длиной початка ($r=-0,69$) и массой 1000 зерен ($r=-0,43$), массы 1000 зерен с количеством рядов зерен ($r=-0,35$) и положительная с шириной початка ($r=0,31$).

У среднеспелых кремнистых линий урожай зерна имеет среднюю положительную связь с массой 1000 зерен ($r=0,51$), количеством рядов зерен ($r=0,59$), шириной початка ($r=0,56$) и выходом зерна с сухих початков ($r=0,45$). Выявлены сильные связи между шириной початка и массой 1000 зерен ($r=0,71$) и между шириной початка и количеством рядов зерен ($r=0,75$). Длина початка находится в средней положительной связи с массой 1000 зерен ($r=0,30$) и средней отрицательной с выходом зерна с сухих початков ($r=-0,33$).

У позднеспелых кремнистых линий зерновая продуктивность растения по сравнению с более ранними группами находится в сильной связи с выходом зерна с сухих початков ($r=0,81$) и длиной початка ($r=0,90$), в средней связи с шириной початка ($r=0,39$) и массой 1000 зерен ($r=0,45$). Между элементами структуры урожая наблюдаются сильные связи: положительная между длиной

Таблица 3 – Корреляционные связи массы зерна початка с элементами структуры урожая кремнистых линий кукурузы

Элементы структуры урожая	Группа спелости			
	раннеспелая	среднеранняя	среднеспелая	позднеспелая
1. Выход зерна с сухих початков	0,56±0,16 ^x	0,05±0,18	0,45±0,16 ^{xx}	0,81±0,13 ^s
2. Масса 1000 зерен	0,27±0,20	0,19±0,21	0,51±0,16 ^x	0,45±0,18 ^{xx}
3. Количество рядов зерен	0,08±0,21	0,49±0,19 ^{xx}	0,59±0,18 ^x	-0,11±0,20
4. Средняя ширина початка	0,43±0,18 ^{xx}	0,52±0,16 ^x	0,56±0,18 ^x	0,39±0,18 ^{xx}
5. Средняя длина початка	0,68±0,16 ^x	0,37±0,19	0,06±0,19	0,90±0,10 ^s

Примечание. ^x - коэффициенты существенны при P=0,01
^{xx} - коэффициенты существенны при P=0,05.

початка и массой 1000 зерен ($r=0,79$), между шириной початка и массой 1000 зерен ($r=0,77$), отрицательная между количеством рядов зерен и массой 1000 зерен ($r=-0,79$); средние связи длины початка с шириной початка ($r=0,64$), количеством рядов зерен ($r=0,45$) и выходом зерна с сухих початков ($r=0,56$).

И по зубовидным линиям, отличающихся по скороспелости, наблюдается различное влияние элементов структуры урожая на продуктивность растений.

У среднеранних линий сильную связь с урожаем имеет количество рядов зерен ($r=0,70$), среднюю – выход зерна с сухих початков ($r=0,68$) и масса 1000 зерен ($r=0,34$) (таблица 4). Установлена сильная положительная связь между количеством рядов зерен и выходом зерна с сухих початков ($r=0,88$), средняя отрицательная связь между количеством рядов зерен и шириной початка ($r=-0,50$).

Таблица 4 – Корреляционные связи массы зерна початка с элементами структуры урожая зубовидных линий кукурузы

Элементы структуры урожая	Группа спелости		
	среднеранняя	среднеспелая	позднеспелая
1. Выход зерна с сухих початков	0,68±0,16 ^s	0,63±0,17 ^s	0,12±0,18
2. Масса 1000 зерен	0,34±0,21	0,26±0,22	0,61±0,17 ^x
3. Количество рядов зерен	0,70±0,16 ^s	0,44±0,18 ^{xx}	-0,86±0,11 ^x
4. Средняя ширина початка	0,19±0,21	0,31±0,21	-0,22±0,22
5. Средняя длина початка	0,15±0,22	0,83±0,12 ^s	0,76±0,14 ^s

Примечание. ^s - коэффициенты существенны при P=0,01
^{xx} - коэффициенты существенны при P=0,05

У среднеспелых линий сильная корреляция массы зерна с початка отмечена с длиной початка ($r=0,83$), средней силы с выходом зерна с сухих початков ($r=0,63$), количеством рядов зерен ($r=0,44$) и шириной початка ($r=0,31$). Установлена средняя связь количества рядов зерен с шириной початка ($r=0,35$) и выходом зерна с сухих початков ($r=0,40$).

Продуктивность зерна у позднеспелых зубовидных линий имеет сильную положительную корреляционную связь с длиной початка ($r=0,76$), сильную от-

рицательную связь с количеством рядов зерен ($r=-0,86$), среднюю положительную с массой 1000 зерен ($r=0,61$). Установлены сильные отрицательные связи количества рядов зерен с шириной початка ($r=-0,77$) и массой 1000 зерен ($r=-0,83$), средние положительные массы 1000 зерен с длиной ($r=0,45$) и шириной початка ($r=0,48$), средняя отрицательная между длиной и шириной початка ($r=-0,40$).

Изучение коэффициента корреляции массы зерна с початка самоопыленных линий с урожайностью гибридов и общей комбинационной способностью линий показало наличие различий в зависимости от типа получаемых гибридных скрещиваний. В простых гибридах коэффициенты корреляции массы зерна с початка самоопыленных линий и урожайности зерна гибридов, содержания сухого вещества в початках линий и гибридов зависели от скороспелости родительских форм, участвующих в создании простых гибридов.

В группе скрещиваний раннеспелых и среднеранних линий коэффициент корреляции зерновой продуктивности линий с урожайностью гибридов находился на уровне $r=0,71-0,76$, коэффициент корреляции зерновой продуктивности линий с их общей комбинационной способностью находился на уровне $r=0,70-0,75$. Коэффициент корреляции между содержанием сухого вещества в початках гибридов и линий составил $r=0,48-0,56$, коэффициент корреляции между содержанием сухого вещества в початках линий и их общей комбинационной способностью по этому признаку находился соответственно на уровне $r=0,50-0,56$.

В группе скрещиваний среднеранних и среднеспелых линий наблюдается обратная картина по силе сопряженности. Коэффициент корреляции зерновой продуктивности линий с урожайностью гибридов находился на уровне $r=0,31-0,36$, коэффициент корреляции зерновой продуктивности линий с их общей комбинационной способностью находился на уровне $r=0,31-0,38$. Коэффициент корреляции между содержанием сухого вещества в початках гибридов и линий составил $r=0,80-0,83$, коэффициент корреляции между содержанием сухого вещества в початках линий и их общей комбинационной способностью по этому признаку находился соответственно на уровне $r=0,76-0,79$.

В трехлинейных гибридах, где линии выступали в качестве отцовских форм, корреляционная связь продуктивности растений линий с урожайностью гибридов за годы исследований находилась на уровне $r=0,12-0,40$. Коэффициент корреляции содержания сухого вещества в початках линий и гибридов с их участием находился на уровне $r=0,58-0,62$.

Выводы

1. Скороспелость и продуктивность самоопыленных линий связаны между собой незначительными корреляциями, что свидетельствует о возможности сочетания в одном генотипе важных селекционных признаков – высокой урожайности и скороспелости.
2. Эффективным приемом выделения высокоурожайных самоопыленных линий является отбор селекционных образцов по двум направлениям: 1) с

длинными початками и высокой массой 1000 зерен; 2) с широкими початками и большим количеством рядов зерен.

3. Получены положительные средние и сильные корреляционные зависимости между урожайностью линий и урожайностью их гибридов.

4. Селекция, проводимая на получение высокоурожайных инбредных линий, является одновременно селекцией на высокую комбинационную ценность данных линий.

Литература

1. Вавилов, Н.И. Избранные сочинения. Генетика и селекция / Н.И.Вавилов – М.: Колос, 1966. – 559 с.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А.Доспехов – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Зозуля, А.Л. Селекция кукурузы для условий интенсивного земледелия. Автореф. дисс. ...докт.с.-х. наук / А.Л. Зозуля. – Харьков, 1981. – 46 с.
4. Литун, П.П. Эколого-генетическая модель количественного признака и ее значимость для теории селекции / П.П. Литун // Селекция и семеноводство. – 1984. – Вып. 56. – С. 40-45.
5. Мусийко, А.С. Корреляция признаков у самоопыленных линий и гибридов кукурузы / А.С. Мусийко, В.А. Трофимов // Вестник с.-х. науки. – 1965. - №2. – С. 114-118.
6. Ричи, Ф. Селекция кукурузы / Ф.Ричи // Гибридная кукуруза. – М.: И.Л. – 1955. – С. 94-113.

CORRELATION RELATIONSHIPS IN SELF-POLLINATED MAIZE LINES

L.P. Shimansky, V.I. Kravtsov, T.M. Govor

The study results of the direction and force of relationships between quantitative characters and qualities of self-pollinated maize lines are presented in the article. Early ripeness and productivity of self-pollinated lines are related to each other by unessential and insignificant correlations what proves the possibility of the combining of such important breeding characters as high yield and early ripeness in one genotype. Positive middle and strong correlation dependencies between line yield and hybrid yield were obtained.