

## Отбор кремнистых линий $S_3$ - $S_5$ по зерновой продуктивности тесткроссных гибридов кукурузы (*Zea mays*)

В.В. Плотка, научный сотрудник  
Институт зерновых культур НААН Украины

(Дата поступления статьи в редакцию 13.09.2016 г.)

*Дана оценка отбора кремнистых раннеспелых семей  $S_3$ - $S_5$  при сравнении с исходными кремнистыми константными линиями ДК273, ДК959, ДК357А, ДК204, ДК206, ДК720 и оценка урожайности их тесткроссов в сравнении с гибридами стандартами Оржица 237МВ и Днепровский 181СВ.*

*Анализ исходных образцов по урожаю зерна обнаружил линии ДК204 и ДК273, которые обеспечили максимальный выход лучших рекомбинантов в опыте. По результатам исследования было выделено 3 гибрида, которые превышали по урожайности ст. Оржица 237МВ и ст. Днепровский 181СВ, при этом имели низкую уборочную влажность.*

### Введение

Увеличение валового сбора зерна кукурузы в хозяйствах Украины связывают с расширением ассортимента гибридов. Согласно наблюдениям, правильный подбор гибридов обеспечивает увеличение производства зерна до 20 % при соблюдении агротехнологических рекомендаций относительно гибридных особенностей и реакции на различные почвенно-климатические условия выращивания [1, 2, 3].

Научно доказано, что выбор гибрида определяет 50 % будущего урожая зерна, тогда как агротехнические мероприятия только до 30 %, а метеорологические условия – 20 % [4]. Скороспелые гибриды кукурузы имеют определенные преимущества для производства. Для них характерна лабильность в сроках сева, они более пригодны для различных типов энергосберегающих технологий выращивания и систем земледелия из-за более оптимального усвоения тепловых ресурсов и весенних запасов влаги в почве [1, 5].

Основная задача гетерозисной селекции – это непрерывное повышение зерновой продуктивности товарного производства, которое обеспечивается своевременным сортозамещением и требует значительных временных, ресурсных и инновационных вкладов. Соответствующая проблема чрезвычайно актуальна именно для раннеспелых гибридов из-за недостаточной стабильности урожайности в изменчивых условиях Степи и Лесостепи, тем более, учитывая негативную взаимосвязь урожайности и продолжительности вегетации [6, 7].

Основной целью наших исследований была оценка и отбор кремнистых раннеспелых семей  $S_3$ - $S_5$  исходя из урожайности тесткроссов при сравнении с исходными кремнистыми константными линиями ДК273, ДК959, ДК357А, ДК204, ДК206, ДК720 и гибридами стандартами: раннеспелый Днепровский 181СВ и среднеранний Оржица 237МВ. Одновременно они оценивались по уборочной влажности зерна, что важно, поскольку кремнистые формы часто имеют пониженные темпы влагоотдачи при созревании.

### Материалы и методы исследований

Урожайность и влажность зерна тесткроссов исследовали в условиях опытного хозяйства "Днепр" ГУ ИСГ СЗ НААН Украины в течение 2012–2014 гг. Площадь участка составляла 4,9 м<sup>2</sup> при 3-кратном повторении. Густоту стояния в 60 тыс. растений/га формировали вручную в период 3–5 листьев. Фенологические и биометрические наблюдения проводили в контрольном питомнике. Сбор

*The screening assessment characteristics of siliceous early maturing families  $S_3$ - $S_5$  in comparison with the original siliceous constant lines ДК273, ДК959, ДК357А, ДК204, ДК206, ДК720 and yield evaluation of their test crosses in comparison with the hybrid standards Orzhica 237MV and Dniprovsky 181CV is given.*

*The original samples analysis for grain yield have discovered the lines ДК204 and ДК273 which have provided with the maximum yield of best recombinants in the experiment. Based on the results of researches 3 hybrids were isolated which exceeded the yield of standards Orzhica 237MV and Dniprovskiy 181SV, for this, having low harvesting moisture.*

урожая осуществляли в первой декаде октября селекционным комбайном HEGE-140 с последующим взвешиванием зерна и определением его влаги влагомером Burrows. Результаты исследований обрабатывали на персональном компьютере с использованием программного обеспечения. Математическую обработку данных проводили по методикам Г.Ф. Лакина и Б.А. Доспехова [8, 9].

### Результаты исследований и их обсуждение

Годы исследований характеризовались контрастными агрометеорологическими условиями. Чрезвычайно сухим и жарким оказался 2012 г., что привело к значительному нивелированию различий между опытными образцами и формированию слишком низкого урожая зерна. В противоположность 2012 г. в 2013 г. наблюдались более благоприятные условия для формирования урожая, что положительно повлияло на общий уровень производительности гибридов кукурузы, но чрезмерные осадки в конце вегетации замедлили темпы созревания и обусловили распространение фузариозной инфекции, особенно на растениях, поврежденных кукурузным мотыльком. Аномально сухая погода во второй половине вегетации в 2014 г. нивелировала различия уборочной влажности зерна гибридов и вызвала снижение их продуктивности, но благоприятные условия в мае и июне обеспечили средний общий уровень урожайности. Таким образом, годы исследований по погодным условиям содержали весь спектр стрессовых факторов, характерных для северной Степи и способствовали разносторонней оценке нового материала.

Скрещивания семей  $S_3$ - $S_5$  поколений с тестерами альтернативных геноплазм: кросс 347С (Ланкастер), кросс 239М (Айодент х SSS), кросс 250М (Айодент) проводили по неполной тесткроссной схеме скрещиваний. За период исследований 2012–2014 гг. изучено соответственно 199, 259, 398 тесткроссных семей разных поколений инбридинга. Для сравнения в качестве стандартов были использованы раннеспелый гибрид Днепровский 181СВ (ФАО 180), характеризующийся коротким вегетационным периодом в сочетании с низкой уборочной влажностью зерна, и среднеранний гибрид Оржица 237МВ (ФАО 230), созданный на базе модели "зубоподобная форма на кремнистую", характерную для данного опыта, а его материнская форма кросс 239М применялась еще как тестер (таблица 1).

Анализ урожая зерна тесткроссных гибридов обнаружил значительное их дифференцирование по этому признаку, которое усиливалось в более стрессовые годы. В

Таблица 1 – Параметры варьирования урожая зерна тесткроссов (т/га)

Параметры	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Среднее
$\bar{x} \pm S_x$	2,37 ± 0,41	7,18 ± 0,07	5,04 ± 0,04	4,86 ± 0,17
Lim (min-max)	0,57–3,69	3,90–9,67	1,90–7,10	2,12–6,82
V, %	24,4	15,0	17,6	19,0
n	199	259	398	285
HCP <sub>0,05</sub>	0,68	0,78	0,54	0,67
ст. Оржица 237МВ	3,03	7,25	5,46	5,25
ст. Днепровский 181СВ	1,94	6,86	4,11	4,30

частности, максимальное варьирование ( $V = 24,4\%$ ) наблюдалось в стрессовых условиях 2012 г., а минимальное ( $V = 15,0\%$ ) в наиболее благоприятных. Следует отметить, что размах варьирования также показал значительные дистанции между крайними вариантами. Характерность рассеяний тесткроссов по урожаю зерна обусловлена биологическими особенностями раннеспелых кремнистых генотипов, что связано с меньшей их устойчивостью к стрессовым факторам, а также близостью к границе уровня скороспелости, когда преимущество сокращения продолжительности вегетации является критическим для формирования приемлемого урожая. Этим же объясняется значение урожая зерна стандарта Оржица 237 МВ над средним по опыту, поскольку он по продолжительности периода вегетации располагался в наиболее позднем диапазоне исследовательской выборки.

Согласно оценкам по средним значениям урожая зерна тесткроссов и параметрам варьирования выборки с критериями достоверности, годы исследований как фоны для отбора разделяются на нивелирующий – 2012 г., стабилизирующий – 2013 г. и дифференцирующий – 2014 г.

С целью выявления динамики отбора по уровню урожайности тесткроссов кремнистых линий было произведено их распределение на три группы (рисунок 1). К первой группе отнесены гибриды, которые достоверно превышали среднюю урожайность по исследовательской выборке, ко второй – тесткроссы, уровень урожайности которых находился в пределах  $HCP_{0,05}$  со средней, к третьей, соответственно, образцы, которые имели достоверно более низкие значения.

Распределение выборки на определенные группы четко демонстрирует тенденцию влияния отбора согласно урожаю зерна. Характерен рост по количеству тесткроссов, которые превысили стандарты, а также по сравнению с лучшей из исходных линий определяется давлением отбора на сформированное многообразие рекомбинантов кремнистых форм. Также на интенсивность отбора влияют условия года, которые в 2012 г. имели нивелирующий характер и практически выравнивали разницу между тесткроссами по урожайности: подтверждением является то, что 75,4 % образцов сконцентрировались во второй группе выборки. В 2014 г. отмечено максимальное количество образцов (27,6 %), которые достоверно превысили значение среднего по опыту.

Таким образом, интенсивность отбора значительно зависит от естественного фона, который в дальнейшем влияет на объемы будущих поколений селекционного материала. Так, нивелирование оценок в 2012 г. привело к низкому общему уровню выбраковки (всего 13,9 %), а благоприятный фон 2013 г. позволил оставить для дальнейшей оценки только 42,7 % самоопыленных семей  $S_5$  (рисунок 2).

Результативность селекции гомозиготного материала часто зависит от исходных компонентов, которые вовлечены в программы скрещивания и инбридинга. Сбалансированность положительных признаков в элитных линиях не всегда обеспечивает высокую эффективность циклического улучшения рекомбинантов. В наших исследованиях для создания нового исходного материала было привлечено 7 элитных линий: ДК204, ДК273, ДК357, ДК959, ДК206, ДК720, ДК516. Они были скрещены согласно ди-

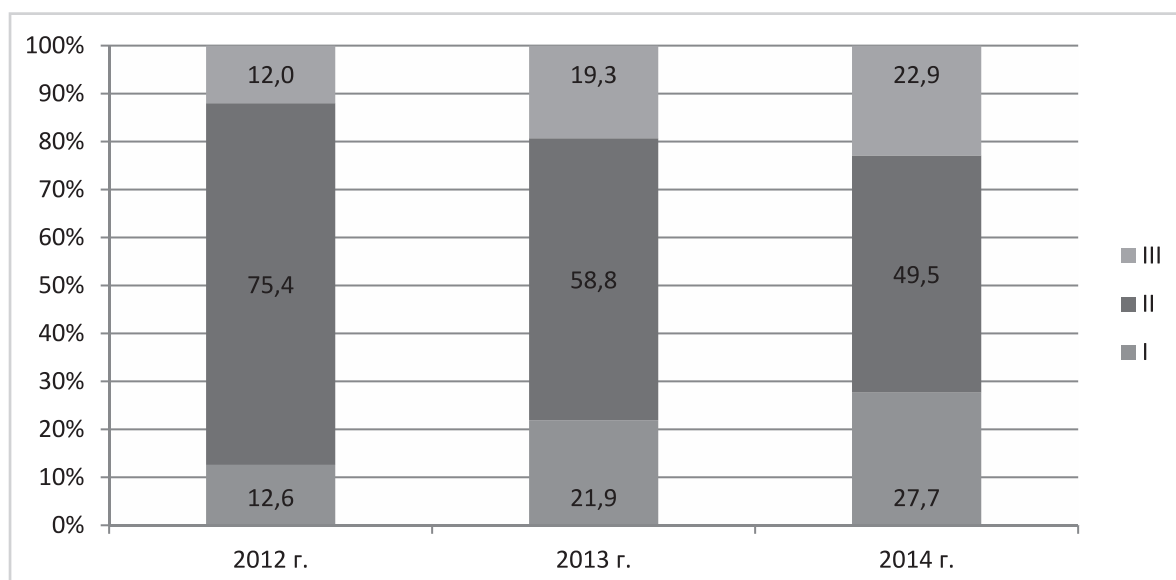


Рисунок 1 – Распределение тесткроссов семей  $S_3$ - $S_5$  по урожаю зерна (2012–2014 гг.)

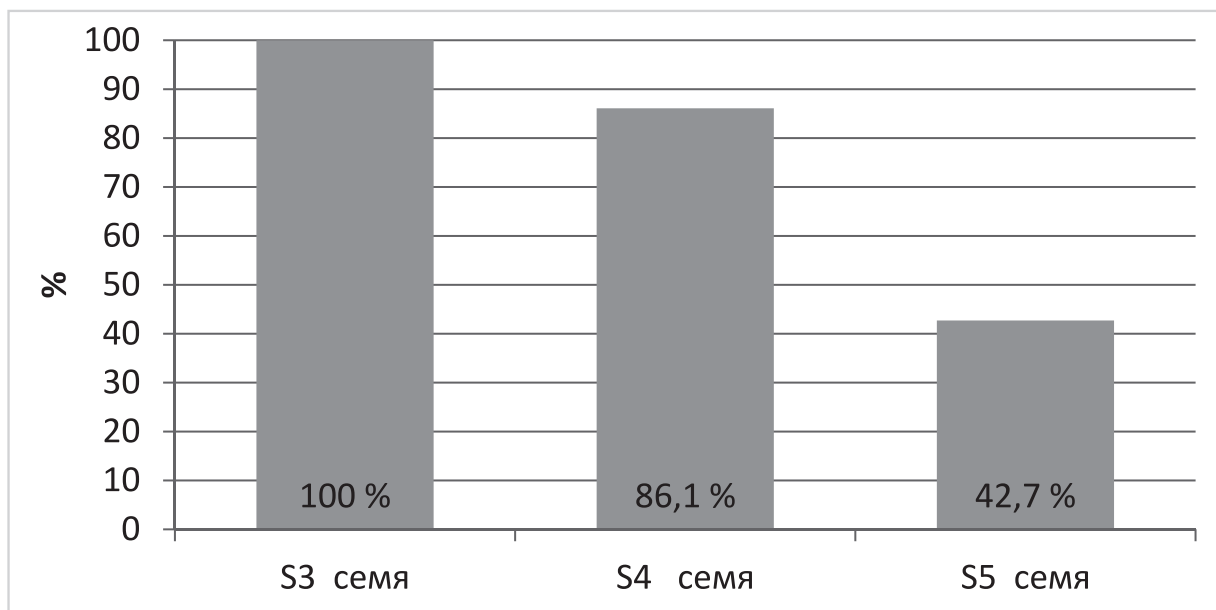


Рисунок 2 – Динамика отбора семей S<sub>3</sub>-S<sub>5</sub> поколений по урожаю зерна тесткроссов

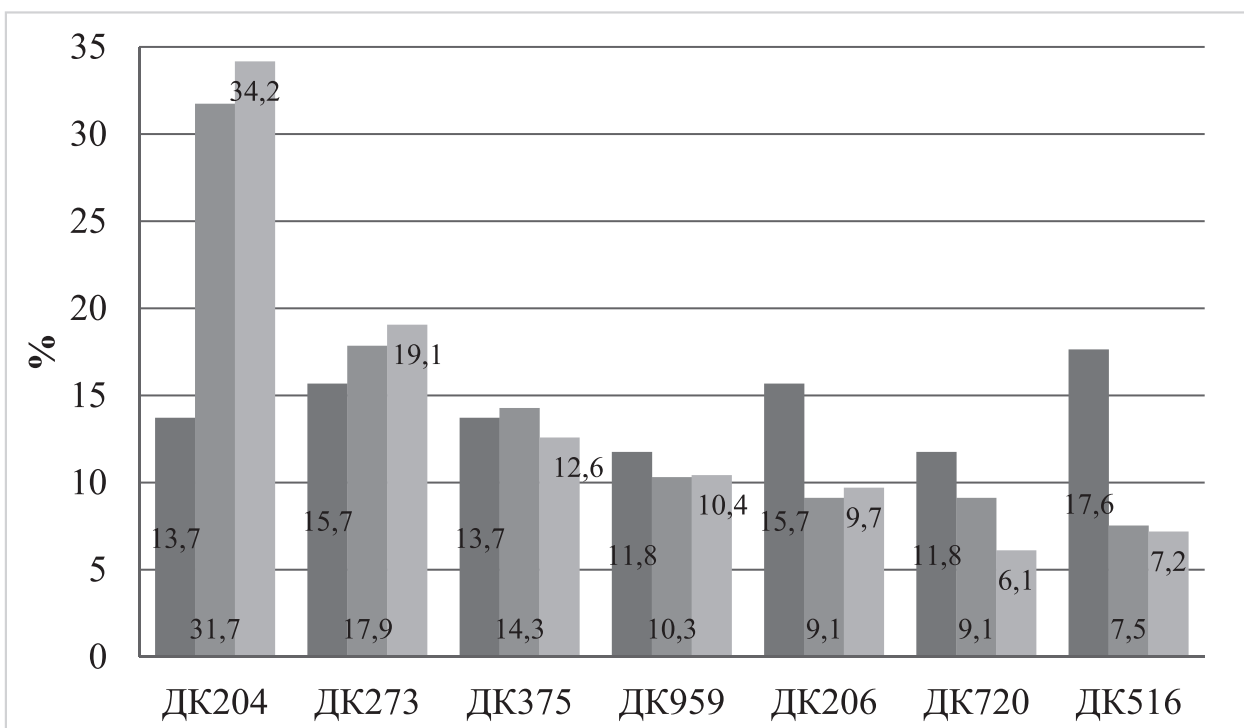


Рисунок 3 – Доля исходных линий в геноме семей S<sub>3</sub>-S<sub>5</sub> при отборе по урожайности тесткроссов

аллельной схеме, после чего проводили самоопыление полученных гибридов.

К моменту начала программы тестирования для изучения комбинационной способности по урожаю зерна была осуществлена фенотипическая оценка самоопыленных семей S<sub>1</sub>-S<sub>2</sub>, по результатам которой была проведена отбраковка худших из них. Доля генома исходных линий составляла у семей S<sub>3</sub> 11,8–17,6 % (рисунок 3). В дальнейшем максимальной она была относительно исходной линии ДК204 и составляла 31,7 % от общей выборки в S<sub>4</sub> и 34,2 % в S<sub>5</sub>. Как исходный компонент заслуживает внимания также линия ДК273, которая обеспечила 19,1 % семей в S<sub>5</sub>, тесткроссы которых превышали средний по опыту урожай зерна. Следует отметить, что лидеры по фенотипическому отбору согласно исходным формам были получены на базе линий ДК206 и ДК516,

а при отборе по урожаю зерна тесткроссов обнаружили низкий процент высокоурожайных – 9,7 % и 7,2 % в S<sub>5</sub>, соответственно. Меньше таких гибридов было среди семей, полученных на базе гибридов, одной из родительских форм которых была линия ДК720 – 6,1 % при тестировании семей S<sub>5</sub>.

По результатам исследований было выделено 15 лучших гибридов, которые превышали по урожаю зерна стандарт Оржица 237 МВ и Днепровский 181 СВ в 2013 и 2014 гг. (таблица 2).

Среди приведенных данных в таблице 2 наиболее ценны 3 тесткросса: кросс 347С × (ДК357А × ДК204)<sub>13111</sub>; кросс 250М × (ДК357А × ДК204)<sub>12311</sub>; кросс 250М × (ДК204 × ДК959)<sub>32111</sub>, превысившие стандартные гибриды: Оржица 237МВ по урожаю зерна на 3,1–13,2 % при меньшей на 0,6–2 % его влажности и Днепровский 181СВ – соот-

**Таблица 2 – Выделенные лучшие гибридные комбинации с урожайностью и влажностью зерна при уборке по результатам исследований**

№	Гибридная комбинация	Среднее, 2013–2014 г.		
		урожайность, т/га зерна	влажность зерна, %	продолжительность периода всходы-цветение 50 % початков, сутки
1	Кросс 347С × (ДК204 × ДК516) <sub>33111</sub>	6,83	17,6	56
2	Кросс 347С × (ДК357А × ДК204) <sub>13111</sub>	6,81*	15,4*	56
3	Кросс 239М × (ДК204 × ДК273) <sub>51111</sub>	7,48	18,1	56
4	Кросс 239М × (ДК204 × ДК357А) <sub>31111</sub>	6,70	18,2	56
5	Кросс 239М × (ДК204 × ДК516) <sub>12231</sub>	6,90	18,2	56
6	Кросс 239М × (ДК357А × ДК204) <sub>31111</sub>	6,83	18,2	55
7	Кросс 239М × (ДК720 × ДК204) <sub>12111</sub>	7,10	17,9	55
8	Кросс 250М × (ДК204 × ДК206) <sub>11122</sub>	6,51	18,0	57
9	Кросс 250М × (ДК204 × ДК273) <sub>11111</sub>	6,89	17,4	57
10	Кросс 250М × (ДК204 × ДК273) <sub>12211</sub>	6,60	17,9	55
11	Кросс 250М × (ДК204 × ДК273) <sub>51231</sub>	7,34	18,0	57
12	Кросс 250М × (ДК204 × ДК959) <sub>32111</sub>	7,20*	16,8*	58
13	Кросс 250М × (ДК206 × ДК204) <sub>12211</sub>	7,03	17,6	56
14	Кросс 250М × (ДК357А × ДК204) <sub>12311</sub>	6,56*	16,0*	57
15	Кросс 250М × (ДК357А × ДК720) <sub>33211</sub>	6,96	17,1	57
16	ст. Оржица 237МВ	6,36	17,4	57
17	ст. Днепроvский 181СВ	5,49	17,3	56

Примечание – \*Выделенные гибридные комбинации с влажностью зерна, лучшей значения стандарта Оржица 237 МВ.

ветственно на 19,5–31,1 % при снижении влажности на 0,5–1,9 %.

### Выводы

В результате исследований установлено, что эффективный отбор по параметрам урожая зерна тесткроссных семей разных поколений самоопыленного раннеспелого кремнистого материала целесообразно проводить при более благоприятном фоне выращивания. При этом, по

сравнению со стрессовыми условиями года интенсивность отбора повышалась на 43,4 %.

Анализ исходных образцов как источников высокой комбинационной способности по урожаю зерна обнаружил линии ДК204 и ДК273, которые обеспечили максимальный выход лучших рекомбинантов в опыте.

По результатам исследований было выделено 3 гибрида кукурузы, которые по сравнению со стандартами Оржица 237МВ и Днепроvский 181СВ имели лучшие показатели по урожайности и уборочной влажности зерна.

### Литература

1. Грабовский, Н.Б. Адаптация исходного материала кукурузы плазмы Лакауна к условиям степной зоны Украины [Текст]: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Н.Б. Грабовский; Ин-т зернового хоз-ва УААН. – Д., 2005. – 153 л. – Библиогр.: л. 128–150.
2. Агротехнологические стратегии внедрения инновационных технологий эффективного использования зональных ресурсов при выращивании кукурузы на зерно / А.В. Черенков [и др.] // Руководство украинского земледельца. – 2014. – №1. – С. 171–179.
3. Андриенко, А. Подбор гибрида – составляющая успеха / А. Андриенко, И. Семеняка // Агробизнес сегодня. – 2011. – № 9 (208). – С. 36–41. – Режим доступа: <http://www.maize.com.ua/uploaded/file/maize-article2.pdf>
4. Заплитный, Я.Д. Отбор исходного материала кукурузы при селекции гибридов, адаптированных к условиям западной лесостепи: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Я.Д. Заплитный; НААН Украины, ГУ "Ин-т сел. хоз-ва степ. зоны". – Д., 2013.
5. Агротехнологические и экономические аспекты производства зерна кукурузы при разных технологиях выращивания в степной зоне Украины / Н.И. Дудка [и др.] // Бюллетень Института сельского хозяйства степной зоны. – 2012. – № 2. – С. 27–31.
6. Ляшенко, Н.А. Экономическая эффективность выращивания гибридов кукурузы различных групп спелости в зоне Степи Украины / Н.А. Ляшенко // Таврический научный вестник: научный журнал. Вып. 93. – Херсон: Гринь Д.С., 2015. – С. 61–69.
7. Черчель, В.Ю. Оценка холодостойкости и длительности периода всходы-цветение 50 % качанов самоопыленных линий разных поколений инбридинг / В.Ю. Черчель, В.В. Плотка, Е.М. Рябченко // Бюллетень Института сельского хозяйства степной зоны НААН Украины. – 2015. – №9. – С. 15–18.
8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М., 1985.
9. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Изд. «Высшая школа», 1990.