УДК 631.527:635.2

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГИБРИДНОГО ПОТОМСТВА В РЕЦИПРОКНЫХ СКРЕЩИВАНИЯХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ДИЕТИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ

Мефодьев Г.А., Самаркин А.А.

ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия», Чебоксары, e-mail: mega19630703@mail.ru

Определение материнского эффекта является актуальным при подборе сортов для скрещивания для любой культуры. Поэтому направление скрещивания может иметь большое значение в селекционном процессе у картофеля. Целью наших исследований была оценка селекционной ценности сортов цветного картофеля диетического направления в двулетней культуре и определение реципрокного эффекта у комбинаций скрещивания с этими сортами. Для осуществления этой цели нам необходимо было изучить характер проявления структурных элементов урожая клубней в гибридных комбинациях и у родительских форм; определить наличие реципрокного эффекта в гибридных комбинациях; определить наличие гетерозиса в гибридных комбинациях; изучить урожайность клубней гибридных комбинаций и родительских форм. Проведена сравнительная селекционная оценка сортов диетического направления Фиолетовый и Бержерак в реципрокных скрещиваниях. При использовании сорта Фиолетовый в качестве матери продуктивность растений первой клубневой репродукции была выше, чем при использовании в качестве матери сорта Бержерак. Кроме того, при прямом скрещивании количество клубней оказалось больше, чем при обратном скрещивании. По средней массе клубней выявлена обратная картина. Материнский эффект более всего выражен по количеству клубней, по массе клубней с куста – наименьший. Сорт Фиолетовый по продуктивности является селекционно более ценным, чем сорт Бержерак. По всем элементам структуры урожая изменчивость в первом поколении гораздо выше, чем у родительских форм. Направление скрещивания при использовании данных родительских форм не оказало существенного влияния на изменчивость изученных количественных признаков.

Ключевые слова: картофель, сорта диетического направления, селекционный процесс; реципрокные скрещивания

COMPARATIVE ANALYSIS HYBRID PROGENY FROM RECIPROCAL CROSSES POTATO VARIETIES DIETARY DIRECTIONS

Mefodyev G.A., Samarkin A.A.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Chuvash State Agricultural Academy», Cheboksary, e-mail: mega19630703@mail.ru

Determination of maternal effect is urgent when matching variety for crossing for any culture. The aim of our study was to assess the breeding value of varieties of colored potatoes dietary trends in biennial culture and the definition of the reciprocal effect of crossing combinations from these varieties. For this purpose, we needed to examine the nature of the manifestation of the structural elements of the crop of tubers in hybrid combinations and the parental forms; to Determine the presence of reciprocal effect and heterosis in hybrid combinations; to Study the tuber yield of the hybrid combinations and parental forms. Comparative selection assessment of variety of the dietary Fioletovyi and Bergerac direction in the reciprocal –crossings is carried out. When using a grade Fioletovyi as mother productivity of plants of the first tuberous reproduction was higher, than when using as mother a grade Bergerac. Besides, in case of direct crossing the quantity of tubers appeared more, than in case of the return crossing. On the average mass of tubers the revealed return picture. The maternal effect is most of all expressed by quantity of tubers, on the mass of tubers from a bush – the smallest. The variety Fioletovyi on productivity in the selection process more valuable, than a variety Bergerac . On all elements of structure of a harvest variability in the first generation is much higher, than at parent forms. The direction of crossing had no significant effect on variability of the studied quantitative signs.

Keywords: potatoes, varieties of the dietary direction, breeding process; reciprocal crossings

В последние годы во многих странах наблюдается ускоренное внедрение наукоёмких инновационных технологий в селекционный процесс сельскохозяйственных культур, системы семеноводства, создание современных пестицидов для защиты растений. Эта тенденция характерна и для такой отрасли, как картофелеводство, так как картофель является одной из главных сельскохозяйственных культур в России и выращивается на всей территории нашей страны. Обеспечение уровня жизни россиян, а также повышение продовольственной безопасности требуют быстрого развития и использования современных технологий в производство картофеля.

Селекционный процесс картофеля – это процедура создания таких сортов, которые могли бы в полной мере отвечать требованиям потребителя. Сорта картофеля различны и обладают разными потребительскими свойствами. Непосредственно к селекции приступать можно лишь учитывая, какие свойства картофеля ценятся больше всего

потребителем, и создавать сорта, наиболее полно удовлетворяющие запросам покупателей. Попытка сочетать несколько новых свойств сорта за короткий срок часто не приводит к успеху. Особенно это относится к случаям, когда свойства заимствуются у дикорастущих растений [1, 3, 11].

Одним из путей решения этих задач является создание сортов-популяций, пригодных для генеративного размножения [5, 7]. Генеративное размножение через настоящие семена у картофеля позволяет получать более дешевый посадочный материал, чем меристемная культура. Гибридное потомство чаще всего обладает гетерозиготностью, что позволяет сочетать необходимый набор свойств в сорте. Кроме того, у таких сортов-популяций может проявиться гибридная мощность, то есть гетерозис.

Следует отметить, что использование генеративного потомства, выращенного из настоящих семян, как товарной продукции в условиях Чувашской Республики остается экономически невыгодным. Более перспективным является внедрение двухлетней культуры. В этом случае для производства товарной продукции используется севок, полученный из сеянцев. Севок картофеля по посевным качествам не уступает суперэлите [6].

Нами была разработана система семеноводства картофеля при генеративном размножении для двухлетней культуры основанная на использовании семян от самоопыления специально подобранных гибридов [8]. Было показано, что генеративное потомство, полученное из самоопыленных семян некоторых гибридов, в целом не уступает гибридным. Однако более перспективным, на наш взгляд, является все-таки использование гибридных семян. Различия гибридного потомства двух родительских форм по характеру проявления отдельных признаков в реципрокных скрещиваниях были обнаружены впервые при широком применении гибридизации в селекционном процессе. При этом установлено в основном влияние материнской родительской формы на гибридное поколение. Различия в степени выраженности отдельных признаков в популяциях реципрокных скрещиваний выявлено на самых разных сельскохозяйственных культурах. Так, в реципрокных скрещиваниях пшеницы гибридное потомство достоверно отличалось по ряду хозяйственно ценных признаков, таких как основные элементы продуктивности, продолжительность вегетационного периода, жизнеспособность семян. Схожие результаты были получены и на других полевых культурах [4, 9, 10, 12, 15].

Т.С. Седова изучала реципрокные гибридные популяции первого поколения семенной и клубневой репродукции от скрещивания южноамериканских диплоидных диких и культурных видов картофеля. Реципрокные эффекты были существенны лишь для части комбинаций. В некоторых реципрокных комбинациях, не различавшихся достоверно по средним популяционным, наблюдались существенные различия по амплитуде и степени изменчивости признаков. Прогнозировать реципрокные различия по значениям признаков родительских форм невозможно, однако диаллельный анализ данных клубневой репродукции позволил оценить способность разных видов картофеля обусловливать реципрокные эффекты. Статистически достоверные различия по средним популяционным, размаху варьирования, степени разнообразия позволяют рекомендовать реципрокные скрещивания в селекции картофеля [10].

Различия в проявлении отдельных признаков в реципрокных скрещиваниях были выявлены также в работах A.M. Golmirzaie, R. Ortiz [13] и R.C. Hutten, M.G. Schippers, J.G. Hermsen, M.S. Ramanna [14].

Определение материнского эффекта является актуальным при подборе сортов для скрещивания для любой культуры. Поэтому направление скрещивания может иметь большое значение в селекционном процессе у картофеля. Формирование новых форм в расщепляющихся гибридных популяциях часто объясняется взаимодействием ядерного материала обеих родительских форм. В то же время, цитоплазма клетки в этом процессе играет огромную роль. Общеизвестно, что митохондрии и хлоропласты передаются потомству только через материнскую форму. Эти органоиды играют важную роль при формировании урожая и у картофеля. Большое исследование по влиянию элементов цитоплазмы на проявление признаков в реципрокных скрещиваниях провели R. Sanetomo, C. Gebhardt [15]. В данном исследовании были выявлены количественно разнообразие цитоплазмы разных сортов. Знание типа цитоплазмы картофеля имеет важное значение для поддержания генетического разнообразия и решения проблемы мужской стерильности в селекционных программах. Это было первое комплексное исследование, показавшее соотношения отдельных цитоплазматических геномов с комплексом хозяйственно ценных признаков картофеля. Новые знания о влиянии цито-

плазмы на корреляцию содержания крахмала в клубнях и устойчивость к фитофторозу могут быть использованы для генетического улучшения картофеля.

Целью наших исследований была оценка селекционной ценности сортов цветного картофеля диетического направления в двухлетней культуре и определение реципрокного эффекта у комбинаций скрещивания с этими сортами. Для осуществления этой цели нам необходимо было решить следующие задачи:

1. Изучить характер проявления структурных элементов урожая клубней в гибридных комбинациях и у родительских форм.

2. Определить наличие реципрокного эффекта в гибридных комбинациях.

3. Определить наличие гетерозиса в гибридных комбинациях.

4. Изучить урожайность клубней гибридных комбинаций и родительских форм.

Схема опыта состояла из следующих вариантов:

1. Материнская форма – сорт Бержерак, отцовская форма – сорт Фиолетовый (прямое скрещивание).

2. Материнская форма – сорт Фиолетовый, отцовская форма – сорт Бержерак (обратное скрещивание).

Сорт Бержерак получен голландскими селекционерами. Выведен компанией TPC. Сорт является среднеспелым. Габитус куста компактное растение средней высоты, окраска венчика красно-фиолетовая. Форма клубней овально-удлиненная, окраска кожуры и мякоти фиолетовая, глазки в основном мелкие, товарные клубни весят 70–80 г. Урожайность клубней средняя, лежкость клубней хорошая, содержание сухого вещества 21,5 %. Устойчив к раку, относительно устойчив к ризоктониозу, парше, среднеустойчив к вирусным заболеваниям.

Сорт Фиолетовый выведен селекционерами ВНИИКХ им. А.Г. Лорха. Среднеспелый сорт. Сорт является среднеспелым. Габитус куста компактное растение средней высоты, окраска венчика красно-фиолетовая. Форма клубней овально-удлиненная, окраска кожуры и мякоти фиолетовая, глазки в основном мелкие, товарные клубни весят 70–80 г. Урожайность и товарность средняя, лежкость зимой хорошая, крахмалистость 10–12 %. К раку устойчив, к ризоктониозу, парше относительно устойчив. К вирусным болезням слабоустойчив. Вкусовые качества хорошие. Относится к диетическим сортам. В мякоти клубней имеются антиоксиданты, которые способны выводить радионуклиды, снижают уровень атеросклероза, диабета, раковых заболеваний, укрепляют у кровеносных сосудов стенки, значительно улучшают зрение.

Экспериментальная работа проводилась на опытном участке кафедры земледелия и растениеводства в УНПЦ «Студенческий». Изучали первую клубневую гибридную репродукцию обоих комбинаций скрещиваний. Посадку проводили в середине мая, убирали клубни в начале сентября. Клубни сажали по схеме 70x10 см. Для посадки использовалась мелкая фракция севка размера 5…10 г. Делянки однорядковые по 15 растений. Повторность опыта шестикратная. Делянки размещали рендомизированно.

Учёты и наблюдения проводили в полевых условиях и лаборатории кафедры земледелия и растениеводства. Потомство в обоих скрещиваниях оценивались по следующим параметрам: масса клубней и количество клубней с одного куста, средняя масса одного клубня, урожайность клубней. Величину гетерозиса и реципрокный эффект определяли на основе общепринятых методик [3]. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью дисперсионного анализа на основе Microsoft Excel.

Предварительные результаты исследований по данной теме были доложены на XVIII Межрегиональной конференции-фестиваля научного творчества учащейся молодежи «Юность Большой Волги» [2].

Степень разработанности темы исследований является достаточной для практического использования полученных результатов в селекционной практике.

Научная новизна и оригинальность исследований заключается в том, что впервые в условиях Чувашской Республики проведена комплексная оценка селекционной ценности сортов цветного картофеля диетического направления в двулетней культуре, а также проведено изучение реципрокного эффекта у комбинаций скрещивания с этими сортами.

Анализ структурных элементов урожайности клубней показал, что продуктивность растений первого клубневого поколения при использовании сорта Фиолетовый в качестве материнской формы была значительно выше, чем в случае использования в качестве материнской формы сорта Бержерак. Если в прямом скрещивании с куста было получено 278 г клубней, то в обратном скрещивании – 337 г клубней. Кроме того, при прямом скрещивании количество клубней оказалось больше, чем при обратном.

По средней массе клубней выявлена обратная картина.

Присутствие реципрокного эффекта по основным структурным элементам урожайности отражено в табл. 2. Материнский эффект сильно выражен по количеству клубней, слабо выражен по массе клубней с куста. Следует отметить, что селекционно более ценным по продуктивности является сорт Фиолетовый.

В селекционной практике у многих культур большую роль играет гетерозис или гибридная мощность. Гетерозис позволяет значительно увеличить показатели урожайности. У картофеля, в отличие от многих культур, гетерозис хорошо закрепляется, так как он в производственных условиях размножается не генеративно, а вегетативно. Особенности проявления эффекта гетерозиса представлены в табл. 3.

Как видно из таблицы, по массе клубней с куста и средней массе клубня самый высокий гетерозис выявлен для комбинации ♀Фиолетовый х ♂ Бержерак. При этом значение гетерозиса по средней массе клубня было значительно выше. По количеству клубней для обеих гибридных комбинаций выявлен обратный эффект, то есть депрессия.

Индексом отбора элитных растений по массе клубней с куста была величина 1000 г. Такая продуктивность гибридов может гарантировать получение в производственных условиях урожайности 500–600 ц/га. Потомство прямого и обратного скрещиваний отличались и по данному показателю. В потомстве прямого скрещивания всего было отобрано в среднем 6,7 гибридов или 44,7%, а в потомстве обратного скрещивания соответственно 10,2 или 68,0%.

Таблица 1

Структурные элементы урожая клубней

Вариант	Масса клубней с куста, г	Кол-во клубней с куста, шт.	Средняя масса 1 клубня
1. $F_{1Бержерак\ х\ Фиолетовый}$	278	7,6	37
2. $F_{1Фиолетовый\ х\ Бержерак}$	337	6,7	50
3. Бержерак	229	9,7	25
4. Фиолетовый	279	9,1	31
$НСР_{05}$	24	0,4	7

Таблица 2

Реципрокные эффекты

Вариант	Масса клубней с куста	Кол-во клубней с куста	Средняя масса 1 клубня
1. $F_{1Бержерак\ х\ Фиолетовый}$	– 0,98	4,50	– 1,86
2. $F_{1Фиолетовый\ х\ Бержерак}$	0,98	– 4,50	1,86
$НСР_{05}$	0,45	0,17	0,23

Таблица 3

Проявление гетерозиса в потомстве

Вариант	Масса клубней с куста	Кол-во клубней с куста	Средняя масса 1 клубня
1. $F_{1Бержерак\ х\ Фиолетовый}$	2,2	– 17,4	23,3
2. $F_{1Фиолетовый\ х\ Бержерак}$	23,9	– 24,2	66,7
$НСР_{05}$	2,9	3,1	13,2

Таблица 4

Эффективность отбора

Вариант	Отобрано гибридов	
	всего	%
1. $F_{1Бержерак\ х\ Фиолетовый}$	6,7	44,7
2. $F_{1Фиолетовый\ х\ Бержерак}$	10,2	68,0
$НСР_{05}$	0,9	1,3

Таблица 5

Изменчивость количественных признаков, %

Вариант	Количество клубней	Продуктивность растений	Средняя масса 1 клубня
Бержерак	26,4	44,6	32,9
$F_{1\text{Бержерак x Фиолетовый}}$	37,0	53,3	41,1
$F_{1\text{Фиолетовый x Бержерак}}$	37,4	59,6	42,3
Фиолетовый	25,5	45,1	31,7

Для суждения о степени изменчивости или вариабельности признаков в биометрии наиболее часто используются следующие показатели: лимит или размах изменчивости, среднее квадратическое или стандартное отклонение, коэффициент вариации или изменчивости. В своей работе мы учитывали коэффициент вариации.

При определении пригодности популяций картофеля для генеративного размножения необходимо учитывать изменчивость признаков у генеративного потомства. При этом важно, чтоб популяции были однородными по окраске кожуры и мякоти клубней, форме клубней и глазков. Анализ этих признаков показал, что в данных комбинациях все растения во всех изученных популяциях имели одинаковые фенотипы. Изменчивость количественных признаков по структурным элементам урожай клубней имеет большое значение при формировании популяции второй клубневой репродукции, используемой на товарные цели. Показатели по изменчивости количественных признаков приведены в табл. 5. Как видно из таблицы, изменчивость количества клубней в гибридных популяциях гораздо выше, чем у родителей. При этом самая высокая изменчивость была характерна по продуктивности растений, а самая низкая – по количеству клубней в кусте. Направление скрещивания не оказало существенного влияния на изменчивость изученных количественных признаков. В обоих скрещиваниях коэффициент вариации признаков был примерно одинаковым. Кроме того, родительские формы также имели одинаковую вариабельность по элементам структуры урожая. Полученные сведения о характере изменчивости количественных признаков можно применять при проведении отбора в гибридных поколениях для формирования гибридных популяций для генеративного размножения.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о наличии материнского эффекта при скрещивании сортов Бержерак и Фиолетовый. Для увеличения продуктивности первой клубневой репродукции и повышения эффективности селекции в качестве матери желательно использовать сорт Фиолетовый. По всем элементам структуры урожая изменчивость в первом поколении гораздо выше, чем у родительских форм. Направление скрещивания не оказало существенного влияния на изменчивость изученных количественных признаков.

Список литературы

1. Будин К.З. Генетические основы селекции картофеля. – Л.: Агропромиздат, 1986. – 192 с.
2. Ильин А.С. Селекционная оценка сортов картофеля в реципрокных скрещиваниях / А.С. Ильин, К.Г. Назарова // Юность Большой Волги: сборник статей лауреатов XVIII Межрегиональной конференции-фестиваля научного творчества учащейся молодежи «Юность Большой Волги». – Чебоксары, 2016. – С. 123–125.
3. Колядко И.И. Состояние и перспективы селекции картофеля / И.И. Колядко // Картофель и овощи. – 2002. – № 1. – С. 5–7.
4. Кривогорницин Б.И. Гибриды ячменя от реципрокного скрещивания / Б.И. Кривогорницин // Научные труды Сибирского НИИ с.-х. – 1975. – № 25. – С. 141–144.
5. Мефодьев Г.А. Влияние интенсивности отбора на структуру популяций клубневых поколений картофеля // Потенциал современной науки. – 2015. – № 3(11). – С. 83–86.
6. Мефодьев Г.А. Выращивание картофеля в двухлетней культуре в условиях Чувашской республики // Вопросы картофелеводства. – М., 1999. – С. 88–90.
7. Мефодьев Г.А. Изменчивость количественных признаков растений картофеля гибридных популяций / В сборнике: Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села: материалы международной научно-практической конференции (посвященной 85-летию ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА) // ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия». – Чебоксары, 2016. – С. 72–77.
8. Мефодьев Г.А. Система семеноводства картофеля при генеративном его размножении // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2003. – № 5. – С. 32–33.
9. Обыдало Д.И. Эффективность отбора из гибридных популяций арахиса при реципрокных скрещиваниях / Д.И. Обыдало // Бюл. НТИ по масличным культурам, ВНИИМК. Вып. 1. – Краснодар, 1976. – С. 56–58.
10. Седова Т.С. Реципрокные эффекты в межвидовой гибридизации диплоидных видов картофеля / Т.С. Седова // Сельскохозяйственная биология. – 1981. – Т. 16, № 2. – С. 241–245.
11. Яшина И.М. Значение сорта в современных технологиях производства картофеля / И.М. Яшина // Актуальные проблемы современной индустрии производства картофеля: Материалы научно-практической конференции «Картофель 2010». – Чебоксары, 2010. – С. 41–44.
12. Bhat B.K., Dhawan N.L. Threshold concentration of Plasmon sensitive polygenic in the expression of quantitative characters of maize (Zea mays L.) // Theoretical and Appl. Genetics. – 1970. – V. 40, № 8. – P. 347–350.
13. Golmirzaie A.M., Ortiz R. Reciprocal effects in true potato seed breeding in short-day length environments // Plant Breeding. – 2003. – V. 122(4). – P. 372–374.
14. Hutten R.C., Schippers M.G., Hermsen J.G., Ramanna M.S. Comparative performance of FDR and SDR progenies from reciprocal 4x-2x crosses in potato // Theor Appl Genet. – 1994. – V. 89(5). – P. 545–550.
15. Sanetomo R., Gebhardt C. Cytoplasmic genome types of European potatoes and their effects on complex agronomic traits // BMC Plant Biol. – 2015. – V. 15. – P. 162.