

Биотехнология в селекции картофеля

А.Н. Гантимурова, В.И. Куликова

Гибриды картофеля, созданные в Кемеровском НИИСХ – филиале СФНЦ РАН охарактеризованы по комплексу ценных признаков: ранней и конечной урожайности, устойчивости к грибным болезням. Исследована устойчивость гибридов к патогенам с помощью ДНК-маркеров известных генов, контролирующих устойчивость к золотистой и бледной картофельным нематодам и возбудителю Y-вируса картофеля.

Ключевые слова: картофель, сорт, гибрид, хозяйственно ценные признаки, ДНК-маркеры, гены устойчивости.

Основной метод повышения продуктивности и качества картофеля, наряду с разработкой и соблюдением сортовой агротехники, – создание новых сортов. Основа традиционной селекции – гибридизация, включающая рациональный подбор родительских пар и отбор [1]. Эффективная селекция и конкурентоспособность сортов и гибридов, в том числе с образцами зарубежной селекции, сегодня возможны только при активном использовании в селекционном процессе, наряду с традиционными методами, современных биотехнологических методов селекции [2]. Генетика признаков у автополиплоидов, к которым относится картофель, очень сложна. Развитие молекулярно-генетических маркеров открывает новые возможности исследования генетики полиплоидов [1].

Клональное размножение ценных генотипов или чистых линий картофеля от вирусной и бактериальной инфекции в семеноводстве, а также ДНК-маркирование и картирование в маркер-опосредованном отборе позволяют использовать эти технологии для увеличения эффективности селекционных программ, сокращения их продолжительности и стоимости [2, 3].

Цель исследования: изучить исходный материал картофеля, созданного и отобранного с применением методов биотехнологии, по хозяйственно ценным признакам, отвечающего требованиям современного производства.

Проведены исследования в лаборатории селекции, биотехнологии и агротехники картофеля Кемеровского НИИСХ – филиала СФНЦ РАН, в лабораторных и полевых условиях.

Объекты исследования – 2 сорта и 18 гибридов картофеля. Почва – чернозем среднесиловый, среднегумусный выщелоченный тяжелосуглинистый по гранулометрическому составу. Агротехника в опыте общепринятая для селекции и оригинального семеноводства в зоне исследований. Схема посадки: 75×35 см. В качестве стандартов использовали районированные в Кемеровской области сорта картофеля – Любава и Невский.

Исследования выполнялись с использованием методических указаний по технологии селекционного процесса картофеля [4], по изучению и поддержанию образцов мировой коллекции картофеля [5] и международному классификатору СЭВ [6]. Статистическую обработку результатов проводили по методике полевого опыта и программе Снедекор (2004 год) [7, 8].

ПЦР анализ был проведен в центре коллективного пользования ВНИИСБ г. Москвы. Гибриды исследованы на наличие ДНК-маркеров сцепленных с генами устойчивости к Y-вирусу картофеля (*Ryadg*, *Rychc*, *Rysto*), золотистой *Globodera rostochiensis* Will (H1 и Gro1-4) и бледной *Globodera pallida* (Gra 2) картофельным нематодам.

В период образования столонов и клубней в 2014 и 2016 годах, выпало достаточное количество осадков, что благоприятно отразилось на формировании урожая картофеля. Условия 2015 года отличает небольшая засуха во время образования столонов (бутонизация – цветение), что отрицательно повлияло на урожай клубней картофеля. Погодные условия

Таблица 1. Продуктивность и ее элементы у сортов и гибридов картофеля, 2014-2017 годы

Сорт, гибрид	Происхождение	Количество товарных клубней на куст		Средняя масса товарного клубня		Урожайность		
		среднее, шт.	V, %	среднее, г	V, %	среднее, г/куст	V, %	т/га
Любава (стандарт 1)		5,1	18,96	118	8,45	546	29,97	19,11
Невский (стандарт 2)		5,4	15,95	123	19,29	544	20,00	19,04
3-21с-11	Тулеевский × Mors	5,3	17,36	118	11,47	578	26,43	20,23
1615-10	Невский × Жуковский ранний	6,3	2,24	107	24,94	558	22,94	19,53
6-14-11	Тулеевский × Пост-86	7,1	11,38	100	28,79	651	27,48	22,78
22103-10	Лазарь × 89-1-12	8,5	15,41	97	18,35	699	23,72	24,46
17-5/6-11	Baszta × 89-1-12	5,6	34,66	144	40,22	685	24,39	23,97
1-5-12	Лазарь × Karlana	7,5	23,03	92	13,30	614	23,44	21,49
НСР ₀₅ 2014 год		1,16	-	27,09	-	216,97	-	-
НСР ₀₅ 2015 год		0,64	-	10,16	-	110,94	-	-
НСР ₀₅ 2016 год		0,55	-	10,00	-	49,21	-	-
НСР ₀₅ 2017 год		0,56	-	5,64	-	50,68	-	-



Рис. 1. Гибрид картофеля 17-5/6-11 (Baszta×89-1-12)



Рис. 2. Гибрид картофеля 6-14-11 (Тулеевский×Пост-86)



Рис. 3. Гибрид картофеля 3-21с-11 (Тулеевский×Mors)

2017 года во время вегетации в период посадки – бутонизация характеризовались высокими температурами воздуха и отсутствием осадков. Избыточное увлажнение в июле-августе способствовало развитию фитофтороза и снижению урожая.

Основным методом селекции в Кемеровском НИИСХ – филиале СФНЦ РАН является внутривидовая гибридизация с последующим отбором. Фитопатогенные вирусы вызывают болезни картофеля, которые приводят к ухудшению роста и развития растений, значительным потерям урожая, качеству и товарности клубней. Вирусы, поражающие картофель, могут распространяться через ботанические семена, полученные от зараженных материнских растений [9]. С 2005 года проведено 55 комбинаций скрещивания на оздоровленном исходном материале и получено более 10 тыс. семян. Отобран гибридный материал.

В условиях короткого вегетационного периода Сибирского региона, раннее накопление урожая является

одним из хозяйственно ценных признаков картофеля. Скороспелость определяли на шестидесятый день после посадки. В среднем за четыре года по ранней продуктивности выделялись гибриды 17-5/6-11 (322 г/куст) (рис. 1), 1615-10 (340 г/куст), 6-14-11 (373 г/куст) (рис. 2), 1-5-12 (417 г/куст) в сравнении со стандарт-сорт Любава (282 г/куст).

Оценка гибридного материала по урожайности является первостепенной. В среднем за четыре года исследований с относительно высокой продуктивностью выделены гибриды картофеля 1615-10 (558 г/куст), 3-21с-11 (578 г/куст) (рис. 3), 1-5-12 (614 г/куст), 6-14-11 (651 г/куст), 17-5/6-11 (685 г/куст), 22103-10 (699 г/куст) (рис. 4) (табл. 1).

Средняя масса товарного клубня у гибрида картофеля 17-5/6-11-144 г, выше стандарта-сорта Невского – 123 г. Выделены гибриды по количеству товарных клубней на куст 1615-10-6,3 шт. (V-2,24%), 6-14-11-7,1 шт. (V-11,38%), 1-5-12-7,5 шт. (V-23,03%), 22103-10-8,5

шт. (V-15,41%) в сравнении со стандарт-сорт Невский – 5,4 шт.

Устойчивость растений картофеля к грибным болезням, как фитофтороз (*Phytophthora infestans*), альтернариоз (*Alternaria solani*), фузариозное увядание (*Fusarium oxysporum*), ризоктониоз (*Rhizoctonia solani*) и парша обыкновенная зависит как от условий года, так и от сорта. Селекционную ценность представляют гибриды с комплексной относительной устойчивостью от 7,0 баллов и выше к грибным болезням. Относительно устойчивыми (7,0–9 баллов), в среднем за годы испытания в полевых условиях были гибриды 3-21с-11, 1615-10, 6-14-11, 22103-10, 17-5/6-11, 1-5-12.

Молекулярно-генетический анализ установил наличие генов устойчивости к Y-вирусу Rychc к золотистой картофельной нематодой H1 (по трем маркерам) в генотипе гибрида 17-5/6-11 (табл. 2).

Обнаружены маркер YES3-3A сцепленный с геном Rysto, маркеры TG-689, 57R, N195 идентифици-

Таблица 2. Гены устойчивости к патогенам и вредителям у сортов и гибридов картофеля

Сорт, гибрид	Устойчивость		Y-вирус			Золотистая нематода			Бледная нематода	
	Ген		Ry _{adg}	Ry _{chc}	Ry _{sto}	H1			Gro1-4	
	Маркер		RYSC3	Ry186	YES3-3A	TG-689	57R	N195	Gro 1-4-1	Gpa 2-2
Любава			0	0	0	0	0	0	0	0
Невский			0	0	0	0	0	0	0	0
17-5/6-11			0	+	0	+	+	+	0	0
16-15-10			0	0	0	0	0	0	0	0
3-21с-11			0	0	+	+	+	+	0	+
22103-10			0	0	+	+	+	+	0	+
6-14-11			0	0	0	0	+	+	0	0
1-5-12			0	+	+	+	+	+	+	+

Условные обозначения: + наличие маркера; 0 отсутствие маркера



Рис. 4. Гибрид картофеля 22103-11 (Лазарь×89-1-12)

рующие ген H1 и маркер Gra 2-2 – гена Gra 2 у гибридов 22103-10 и 3-21с-11.

Генотип гибрида 1-5-12 имеет комбинацию доминантных генов H1 (все три маркера), Gro1-4 контролирующей устойчивость к *Globodera rostochiensis* Will, ген Gra 2, контролирующей устойчивость к *Globodera pallida*, так же гены устойчивости к Y-вирусу Ychsc и Rysto.

В генотипе гибрида 6-14-11 обнаружены два маркера 57R и N195 гена H1.

Таким образом, выделены гибриды сочетающие раннее накопление урожая и урожайность с комплексной устойчивостью к грибным болезням 17-5/6-11, 1615-10, 6-14-11, 1-5-12.

Выделены гибриды 17-5/6-11, 22103-10, 3-21с-11, 1-5-12 как источники устойчивости к Y- вирусу картофеля и к золотистой картофельной нематоде.

Интерес для селекции представляют гибриды 22103-10, 3-21с-11, 1-5-12, как источник гена Gra 2 контролирующей устойчивость к бледной картофельной нематоде (*Globodera pallida*). Паразит распространен в европейских странах и потенциально опасен для отечественного картофелеводства.

По результатам лабораторного и полевого испытания во ВНИИКС имени А.Г. Лорха, гибриды 6-14-11 и 3-21с-11 устойчивы к раку картофеля и золотистой картофельной нематоде, их готовят для передачи в Государственное сортоиспытание.

Для ускорения селекционного процесса, быстрого внедрения сорта в производство все перспективные гибриды включают в программу оздоровления (оздоровление методом

культуры тканей, ускоренное размножение *in vitro*), чтобы на момент включения сорта в Госреестр имелся оздоровленный семенной материал картофеля.

Библиографический список

1. Королёва Н.И. Использование SSR-маркеров для генотипирования автотетраплоидов и селекционно-генетическая оценка сортообразцов и инбредных линий картофеля: автореф. дис...канд. биол. наук. М., 2013. 20 с.
2. Монахов С.Г. Интеграция современных биотехнологических методов в селекции овощных культур: автореферат дисс. доктора с. – х. наук. М., 2016. 43 с.
3. Евдокимова З.З., Калашник М.В. Использование генетических резервов сложных межвидовых гибридов в селекции картофеля // Картофелеводство: сб. науч. тр.: в 2 ч. / РУП «Науч. – практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодовоовощеводству»; редкол. С.А. Турко (гл. ред.) [и др.]. Минск, 2013. Т. 21. Ч.1 С. 161–168.
4. Макаров П.П., Складова И.М., Яшина И.М. и др. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля. М.: ВАСХНИЛ, 1980. 35 с.
5. Будин К.З., Камераз А.Я., Бавыко Н.Ф. и др. Изучение и поддержание образцов мировой коллекции картофеля: методические указания. Л.: ВИР, 1986. 23 с.
6. Задина Н., Виндер И., Майор М. и др. Международный классификатор СЭВ видов картофеля семейства *Tubularium* (DUN) BUK. Род *Solanum* L. Л.: ВИР, 1984. 40 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Красноярск: ГУП РПО ССЗ РАСХН, 2004. 162 с.
9. Анисимов Б.В. Фитопатогенные вирусы и их контроль в семеноводстве картофеля (Практическое руководство). М.: ФГНУ «Росинформарготех», 2004. 80 с.

Об авторах

Гантимурова Анна Николаевна,

н.с. лаборатории селекции, биотехнологии и агротехники картофеля.

E-mail: anna_gantimurova@mail.ru

Куликова Валентина Ивановна,

канд. с. – х. наук, в.н.с. лаборатории селекции, биотехнологии и агротехники картофеля

Кемеровский НИИСХ – филиал

СФНЦ РАН

Biotechnology to potato breeding

A.N. Gantimurova, research fellow.

E-mail: anna_gantimurova@mail.ru

V.I. Kulikova, PhD, leading research fellow
Kemerovo Research Institute of Agriculture,
the Branch of Siberian Federal Scientific
Centre of Agrobiotechnology of the RAS

Summary. Hybrids of potato, developed in the Kemerovo agricultural research Institute – branch of scientific centre of RAS is characterized by a complex of valuable traits: high early and final yield, resistance to fungal diseases. We investigated the resistance of hybrids to pathogens using DNA-markers of known genes controlling resistance to *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida* Will and the causative agent of Y-virus potato.

Keywords: potato, variety, hybrid, economically valuable signs, DNA-markers, resistance genes.

Валерий Владимирович Огнев



1 января 2019 года исполнилось 60 лет известному селекционеру-практику, одному из ведущих в стране, универсальному специалисту, канд. с. – х. наук Валерию Владимировичу Огневу. Он окончил аспирантуру ВНИИО, с 1998 года работает в Донском государственном аграрном университете. Богатый опыт и навыки работы он охотно передает молодым специалистам. Под его руководством выполнено более 50 дипломных проектов, успешно защищено 4 кандидатских диссертаций.

С 2005 года он начал совместную с Агрохолдингом «Поиск» селекционную работу в Ростовской области, шаг за шагом создавая селекционный, который и возглавляет со дня официального открытия в 2013 году. В нем он полностью посвятил себя селекции конкурентоспособных сортов и гибридов овощных культур. Всего, лично им и в соавторстве, создано и зарегистрировано в Госреестре 156 урожайных, изумительных по вкусу плодов, устойчивых к стрессам сортов и гибридов овощных культур. Многие из них занимают большие площади в товарном производстве (перец сладкий F₁ Илона, томат F₁ Боярин, F₁ Донской, F₁ Персиановский). Результаты исследований Валерий Владимирович обобщил в более чем ста публикациях, десяти учебно-методических пособиях.

Друзья, ученики, коллеги, коллектив Агрохолдинга «Поиск», редакция журнала «Картофель и овощи» желают уважаемому Валерию Владимировичу крепкого здоровья, благополучия, удачи в реализации научно-производственных задач.