

ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ НА РАКО- И НЕМАТОДОУСТОЙЧИВОСТЬ

Рецензент: канд. биол. наук Юзефович Е.К.

Аннотация. Представлены результаты оценки устойчивости гибридов картофеля белорусской селекции на устойчивость к раку и золотистой картофельной нематоде. Установлено, что от общего количества обследованных сортов 83,6 % были не восприимчивы к возбудителю рака картофеля *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. и 63,1 % – к золотистой картофельной нематоде *Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens.

Ключевые слова: карантинные объекты, рак картофеля, золотистая картофельная нематода, устойчивость, картофель, сортаобразцы, селекция.

Введение. Гриб *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. и золотистая картофельная нематода *Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens (ЗКН) относятся к карантинным объектам ограниченно распространенным на территории Евразийского экономического союза [5], в том числе и в Республике Беларусь. Они вызывают такие вредоносные заболевания как рак и глободероз картофеля, которые могут быть причиной значительного (до 70 %) снижения урожая. Несмотря на то, что впервые рак картофеля в Беларуси был обнаружен в 1939 г., а глободероз – в 1957 г., до настоящего времени данные болезни имеют важное экономическое значение.

Согласно данным ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» по состоянию на 01.01.2019 г. общая площадь очагов рака картофеля на территории республики не изменилась по сравнению с 2014 г. и составила 0,36 га, сосредоточившись на приусадебных участках Брестской и Могилевской областей. Зараженность возделываемых земель золотистой картофельной нематодой на 01.01.2019 г. в Брестской, Гомельской, Гродненской, Минской и Могилевской областях составила 3762, 91 га, что ниже в 3,64 раза по сравнению с показателем 2014 г. (13692,82 га). При этом большая площадь очагов (2120,61 га) приходится на приусадебные участки.

В настоящее время, возделывание устойчивых сортов является пока единственным способом защиты картофеля от рака и глободероза. Причем ракоустойчивость является обязательным признаком новых сортов картофеля при включении их в «Государственный реестр сортов».

В то время как ситуация с нематодоустойчивостью складывается несколько по-другому, поскольку на сегодняшний день сорта картофеля не обязаны обладать данным свойством, но их характеристика по восприимчивости к ЗКН прописывается в реестре. В настоящее время в республике районировано 152 сорта картофеля, из них 128 или 84,2 % обладают устойчивостью к нематоде [3].

Одной из проблем в селекции картофеля на устойчивость к раку, является изменчивость и внутривидовая специализация гриба *S. endobioticum*, что затрудняет создание сортов сложного генотипа, устойчивого к нескольким патотипам патогена. В связи с тем, что в Беларуси распространен обычный патотип 1(D1) возбудителя заболевания, то селекционные работы по ракоустойчивости ведутся к данному патотипу гриба. Однако существует риск потери сортами признака устойчивости вследствие изменчивости возбудителя и появления более агрессивных форм в популяции патогена [2, 4, 6, 7].

Сложность защиты картофеля от ЗКН состоит в высокой приспособленности нематоды к условиям обитания и длительном (10–15 лет) сохранении жизнеспособности цист при отсутствии растения-хозяина. В настоящее время на территории республики распространена популяция ЗКН представленная патотипом Ro1 [1]. В то же время возделывание нематодоустойчивых сортов повышает опасность появления агрессивных патотипов возбудителя, таких как Ro2, Ro3, Ro4, Ro5, которые обнаружены во многих зарубежных странах [9].

В связи с этим, целью данных исследований являлось проведение иммунологической оценки гибридов картофеля белорусской селекции на рако- и нематодоустойчивость.

Условия и методика проведения исследований. Исследования рако- и нематодоустойчивости селекционного материала на осуществляли в 2014–2018 гг. на карантинном стационаре РУП «Института защиты растений». Оценка каждого образца проводили в течение 3-х лет: 2 года в предварительном и 1 год в государственном (полевом) испытаниях согласно методическим рекомендациям, изложенным в «Оценке сортов и гибридов картофеля на устойчивость...» [12].

Материалом для исследований являлись селекционные образцы и сорта картофеля (Вольтман и Скарб). Всего в вышеуказанный период было изучено 1519 сортообразцов РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», в том числе в предварительном испытании – 1435, в государственном – 84 образца.

Предварительное испытание селекционного материала на восприимчивость к *G. rostochiensis* проводили в пластмассовых горшках объёмом 250 см³. Горшки заполнялись почвой с инвазионной нагрузкой

ЗКН патотип (Ro1) не ниже 5 тыс. личинок на 100 см³ почвы. Гибриды первого года высаживали по 3 клубня, второго года испытания – по 5 клубней каждого образца. Государственное испытание проводили в полевых условиях, высаживая по 40 клубней каждого образца в трехкратной повторности. Контролем служили восприимчивый к нематоды патотип Ro1 сорт Вольтман и устойчивый – Скарб. Оценку проводили через 7–8 недель после посадки при появлении на корнях картофеля сорта Вольтман и Скарб золотисто-желтых цист нематоды с подсчетом их количества на корневой системе. Гибриды классифицировали в зависимости от степени поражения на группы [11, 12, 13]:

- 1 – 0 цист на корневой системе (устойчивые);
- 2 – 1–5 цист на корневой системе (слабопоражаемые);
- 3 – 6 и более цист на корневой системе (восприимчивые).

Предварительное испытание картофеля на ракоустойчивость проводили в лизиметрах, высаживая селекционный материал первого года по 5 клубней, второго года – по 10 клубней. Государственное испытание проходило в полевых условиях по 20 клубней каждого гибрида в трехкратной повторности. В качестве контроля использовали сорт Вольтман, восприимчивый к грибу *S. endobioticum* патотип 1(D1). Семенной материал во время посадки смачивали водой и инфицировали зооспорангиевым порошком патогена, смешанным с песком в соотношении 1:1, из расчета 1,0–1,5 г на клубень. Учет симптомов рака картофеля на образцах проводили через 55–65 дней после посадки, когда заболевание проявилось на контрольном сорте с пораженностью не менее 75,0 %. При наличии хотя бы одного растения с признаками заболевания образец считался восприимчивым [10, 12, 13].

Результаты исследований. Проведенная в течение 2014–2018 гг. иммунологическая оценка селекционного материала картофеля из РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» выявила 83,6 % сортообразцов устойчивых к раку и 63,1 % – к ЗКН от общего количества обследованных образцов.

В предварительном испытании первого года установлено, что доля устойчивых образцов к грибу *S. endobioticum* патотип 1(D1) составила 81,8 %, второго года – 86,7 % (таблица 1).

В ходе проведения государственного испытания селекционного материала получены результаты, свидетельствующие о том, что большая часть (92,9 %) испытанных образцов за годы исследований проявила признак устойчивости к возбудителю рака картофеля. При этом следует отметить, что в отдельные годы среди анализируемых гибридов, предоставленных РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», не было выявлено восприимчивых (таблица 2).

Таблица 1 – Оценка гибридов картофеля белорусской селекции на устойчивость к раку в предварительном испытании (карантинный стационар РУП «Института защиты растений»)

Годы исследований	Всего образцов, шт.		В том числе, %			
			устойчивых		восприимчивых	
	1 года	2 года	1 года	2 года	1 года	2 года
2014	165	41	63,0	87,8	37,0	12,2
2015	144	37	93,1	91,9	6,9	8,1
2016	110	45	90,0	71,1	10,0	28,9
2017	59	35	86,4	100,0	13,6	0,0
2018	61	23	86,9	87,0	13,1	13,0
Всего за годы исследований	539	181	81,8	86,7	18,2	13,3

Таблица 2 – Оценка гибридов картофеля белорусской селекции на устойчивость к раку в государственном испытании (карантинный стационар РУП «Института защиты растений»)

Годы исследований	Всего образцов, шт.	В том числе, %	
		устойчивых	восприимчивых
2014	8	100	0,0
2015	7	100	0,0
2016	9	88,9	11,1
2017	8	100	0,0
2018	10	80,0	20,0
Всего за годы исследований	42	92,9	7,1

Симптомы рака картофеля проявлялись главным образом на клубнях и стеблях в виде наростов. На отдельных восприимчивых гибридах было обнаружено проявление болезни в виде атипичной листовой форме с гофрированием и свертыванием листьев нижнего и частично среднего ярусов. В годы с недостаточным выпадением осадков отмечались признаки поражения клубней раком в виде паршеобразной (наплывы гипертрофированной ткани на верхушке молодых клубней) и гофрированной форм [4, 8].

Данные предварительного испытания степени устойчивости образцов к *G. rostochiensis* патотип (Ro1) в 2014–2018 гг. показали, что от общего числа исследуемых гибридов картофеля белорусской селекции 51,5 % были устойчивыми к ЗКН, из них первого года – 50,6 %, второго года – 54,0 % (таблица 3).

Таблица 3 – Оценка гибридов картофеля белорусской селекции на устойчивость к нематоде в предварительном испытании (карантинный стационар РУП «Института защиты растений»)

Годы исследований	Всего образцов, шт.		В том числе, %					
			устойчивых		слабопоражаемых		восприимчивых	
	1 года	2 года	1 года	2 года	1 года	2 года	1 года	2 года
2014	164	41	66,5	63,4	2,4	9,8	31,1	26,8
2015	145	37	44,1	64,9	22,1	18,9	33,8	16,2
2016	110	40	63,6	65,0	20,9	25,0	15,5	10,0
2017	59	35	32,2	40,0	25,4	40,0	42,4	20,0
2018	61	23	18,0	21,7	34,4	43,5	47,5	34,8
Всего за годы исследований	539	176	50,7	54,0	17,6	25,6	31,7	20,4

В то же время за последние 5 лет количество слабопоражаемых образцов первого года в предварительных испытаниях возросло с 2,4 (2014 г.) до 34,4 % (2018 г.), второго года – с 9,8 (2014 г.) до 43,5 % (2018 г.) (таблица 3). Подобная тенденция свидетельствует о том, что необязательность признака нематодоустойчивости для включения сорта в «Государственный реестр сортов», обусловила использование в селекции родительских форм, характеризующихся комплексом других хозяйственно-ценных признаков, таких как урожайность, скороспелость, содержание питательных веществ, крахмалистость, форма и цвет клубней и т.д.

В 2014–2018 гг. в государственном испытании было оценено 42 сортообразца картофеля селекции РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» на устойчивость к ЗКН. По результатам оценки выявлено 69,0 % нематодоустойчивых образцов от общего числа всех испытанных, 23,8 % – слабопоражаемых и 7,1 % – восприимчивых (таблица 4).

Таблица 4 – Оценка гибридов картофеля белорусской селекции на устойчивость к нематоде в государственном испытании (карантинный стационар РУП «Института защиты растений»)

Годы исследований	Всего образцов, шт.	В том числе, %		
		устойчивых	слабопоражаемых	восприимчивых
2014	8	75,0	12,5	12,5
2015	7	100	0,0	0,0
2016	9	66,7	22,2	11,1
2017	8	62,5	37,5	0,0
2018	10	50,0	40,0	10,0
Всего за годы исследований	42	69,1	23,8	7,1

Из представленных в таблице 4 результатов оценки устойчивости селекционного материала к *G. rostochiensis* патотип (Ro1) следует, что доля слабopоражаемых гибридов увеличилась до 40,0 % в 2018 г. по сравнению с 12,5 % в 2014 г., что согласовывается с научными данными полученными в предварительных испытаниях. В то же время в 2015 и 2017 гг., при проведении государственной проверки поражаемости картофеля глободерозом, восприимчивых образцов не выявлено.

Заключение. На основании данных иммунологической оценки селекционного материала картофеля на восприимчивость к грибу *S. endobioticum* патотип 1(D1) установлено, что доля устойчивых образцов за 2014–2018 годы исследований составила 83,1 % в предварительных и 92,9 % – в государственных испытаниях.

Выявлено, что количество непоражаемых *G. rostochiensis* патотип (Ro1) сортообразцов в предварительной проверке варьировало от 18,0 до 66,5 %, в государственной – от 50,0 до 100 %.

По результатам испытания селекционного материала картофеля белорусской селекции на рако- и нематодоустойчивость осуществляется включение отечественных сортов с данными признаками в «Государственный реестр сортов».

Список литературы

1. Ананьева, И.Н. Видовая идентификация, патотипический состав *Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens и устойчивость картофеля к глободерозу: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / И.Н. Ананьева; РУП «Ин-т защиты растений». – п. Прилуки, Минский р-н, 2005. – 20 с.
2. Бондарь, Л.В. Внутривидовая неоднородность возбудителя рака картофеля / Л.В. Бондарь, М.И. Данченко, Б.С. Толкачев // Ахова раслін. – 1989. – №9. – С. 36–37.
3. Государственный реестр сортов / ГУ «Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений»; отв. ред. В.А. Бейня. – Минск, 2018. – 239 с.
4. Данченко, М.И. Биологические особенности возбудителя рака картофеля в связи с подбором исходных форм при выведении ракоустойчивых сортов картофеля: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: фитопатология и защита растений / М. И. Данченко; БелНИИ картофелеводства и плодоовощеводства. – Самохваловичи, Минская обл., 1978. – 22 с.
5. Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ggiskzr.by/images/Karantin/!%20%D0%95%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D1%8B%D0%B9%20%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D1%8C%20%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BD.%20%D0%BE%D0%B1%D1%8A%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D0%B2%20%D1%81%20%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D0%BD.%20%E2%84%96%2025.pdf>. – Дата доступа: 10.04.2019.
6. Жукова, М.И. Приоритет устойчивости картофеля к карантинным объектам / М.И. Жукова, Г.М. Серeda, И.Г. Волчкевич // Состояние и перспективы защиты растений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 45-летию со дня организации РУП «Ин-т защиты растений» (Минск – Прилуки, 17–19 мая 2016 г.). – Минск: Ин-т сист. исследований в АПК НАН Беларуси, 2016. – С. 239–242.

7. Етіологія раку картоплі, біоекологічне обґрунтування заходів його профілактики та обмеження розвитку / П.О. Мельник. – Чернівці: Прут, 2003. – 282 с.

8. Методические указания по выявлению, идентификации и ликвидации возбудителя рака картофеля *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. / А.В. Пискун [и др.]. – Минск, 2018. – 17 с.

9. Методические указания по выявлению, идентификации и ликвидации золотистой картофельной нематоды (*Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Behrens) и бледной картофельной нематоды (*Globodera pallida* (Stone) Behrens) / А.В. Пискун [и др.]. – Минск, 2017. – 24 с.

10. Методические указания по испытанию картофеля на ракоустойчивость / ВАСХНИЛ: отд. защиты растений: ВИЗР; авт.-сост. Л.П. Салтыкова, В.П. Тарасова. – Ленинград, 1982. – 52 с.

11. Методы оценки сортообразцов картофеля на устойчивость к золотистой картофельной нематоды в лабораторных испытаниях / Е.А. Симаков [и др.]. – М., 2006. – 20 с.

12. Оценка сортов и гибридов картофеля на устойчивость к раку и глободерозу на соевом и раздельных фонах / БелНИИ защиты растений; авт.-сост. Д.Е. Портянкин, Б.С. Толкачев. – Минск, 2001. – 24 с.

13. Положение о порядке испытания картофеля на устойчивость к возбудителю рака картофеля (патотип I) и золотистой картофельной цистообразующей нематоды (патотип Ro I): утв. М-вом сельского хозяйства РФ 17.03.1993. – М., 1993. – 10 с.

G.M. Sereda, M.V. Konopatskaya, V.I. Khalaeva

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

IMMUNOLOGICAL EVALUATION OF BELARUSIAN SELECTION POTATO HYBRIDS TO WART DISEASE AND NEMATODE RESISTANCE

Annotation. The evaluation results of Belarusian selection potato hybrids resistance to potato wart disease and golden potato nematode are presented. It is determined that from total inspected variety samples 83,6 % have not been susceptible to potato wart agent *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. and 63,1 % to golden potato nematode *Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens.

Key words: quarantine objects, potato wart disease, golden potato nematode, resistance, potato, hybrid, selection.