

проявилась при проведении прополки при формировании у культуры 3 пар листьев. Потери урожая соцветий составили 3,5 ц/га или 71,1 %. При более длительной вегетации было потеряно 87,8–94,2 % урожая соцветий.

В среднем за 3 года урожай соцветий календулы лекарственной при совместном произрастании с сорняками в течение 20 дней после сева снижался на 0,8 ц/га или 14,3 %, 30 – 3,8 ц/га или 67,9 %, 40 – на 4,8 ц/га или 85,7 %, в течение 50–60 дней после сева – на 5,0–5,3 ц/га или 89,3–94,6 %.

Таким образом, период безопасного произрастания сорных растений в посевах календулы лекарственной ограничен 30 днями с даты сева культуры до формирования культурой 3–4 пар листьев.

Конкуренция с сорняками снижала высоту растений календулы (таблица 5). Достоверное снижение высоты растений отмечалось во все годы исследований при проведении прополки через 40 дней после сева в среднем на 16,1 см или 28,4 %. При вегетировании сорняков более длительный период высота растений снижалась на 18,1–18,8 см или 31,9–33,2 %.

Сорные растения оказали влияние на формирование культурой надземной массы. В среднем за три года при произрастании с сорняками более 30 дней после сева надземная масса растений календулы лекарственной снижалась на 1216,0 г/м² или 61,2 %. При проведении прополки на 50–70 день вегетативная масса растений снижалась на 1503,8–1815 г/м² или 75,7–91,4 % (таблица 6).

Достаточно тесная связь в опытах по оценке вредности сорных растений в посевах календулы лекарственной в 2013 г. отмечалась между сроками прополки посевов календулы лекарственной и содержанием суммы флавоноидов в пересчете на рутин в сухом сырье ($R^2 = 0,95$). В 2014 г. содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин колебалось от 1,81 до 1,93 % и не имело такой тесной связи со сроками прополки (таблица 7).

Выводы

1. Видовой состав сорных растений в посевах календулы лекарственной представлен главным образом малолетними двудольными и злаковыми сорняками: трехреберником западным, марью белой, галинсогой мелкоцветковой, звездчаткой средней, просом куриным и др. Общая засоренность посевов составляет 177,9 шт./м².

2. Период безопасного произрастания сорных растений в посевах календулы лекарственной составляет не

Таблица 7 – Влияние срока прополки на качество сырья календулы лекарственной (полевой опыт, РУП “Институт защиты растений”)

Срок удаления сорняков (дни после сева)	Содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин в сухом сырье, %		
	2013 г.	2014 г.	среднее
20	2,22	1,81	2,02
30	2,20	1,93	2,07
40	2,05	1,85	1,95
50	1,83	1,79	1,81
60	1,71	1,82	1,77
70	1,68	1,84	1,76

более месяца с даты ее сева (до фазы формирования культурой 3–4 пар листьев). Конкуренция с сорняками более длительный период времени приводит к снижению высоты растений календулы на 28,4–33,2 %, надземной массы растений – на 61,2–91,4 %, достоверному недобору 63,2–71,1 % урожая соцветий и ухудшению качества продукции. Максимальные потери урожая семян календулы лекарственной от сорняков могут достигать 91,2–98,0 %.

Литература

1. Об утверждении Государственной народно-хозяйственной программы развития сырьевой базы и переработки лекарственных и пряно-ароматических растений на 2005–2010 годы “Фитопрепараты”: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 5 июля 2005 г., № 749. – Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – Минск. – № 5/16235.
2. Полуденный, Л.В. Эфиромасличные и лекарственные растения: учеб. пособие / Л.В. Полуденный, В.Ф. Сотник, Е.Е. Хлапцев. – М.: Колос, 1979. – 286 с.
3. Загуменников, В.Б. Особенности культивирования лекарственных растений в Нечерноземной зоне РФ: автореф. дис. ... докт. биол. наук: 06.01.13 / В.Б. Загуменников; ВИЛАР РАСХН. – Москва, 2002. – 54 с.
4. Григорьева, Н.А. Биологические особенности возделывания календулы лекарственной и ромашки аптечной при минимальных затратах ручного труда, без применения средств химизации: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.13 / Н.А. Григорьева; Всерос. НИИ лекарств. и аромат. растений. – М., 2003 – 24 с.
5. Баннова, З.В. Влияние экологических методов производства на формирование урожая календулы лекарственной в условиях Северо-Запада России / З.В. Баннова // Актуал. пробл. инноваций с нетрадиц. раст. ресурсами и создания функцион. продуктов: матер. докладов 1-ой Рос. науч.-практ. конф. – М., 2001. – С. 160–162.
6. Методические указания по изучению экономических порогов и критических периодов вредности сорняков в посевах сельскохозяйственных культур. – Москва, 1985. – 22 с.
7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

УДК 635.21:632.38

Мониторинг вирусных болезней, вызывающих некротические повреждения клубней картофеля

С.А. Турко, кандидат с.-х. наук, Н.В. Русецкий, кандидат биологических наук, В.А. Козлов, А.В. Чашинский, кандидаты с.-х. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству

(Дата поступления статьи в редакцию 15.04.2016 г.)

В статье приведены результаты мониторинга распространения раттл-вируса, моп-топ вируса и вируса мозаики люцерны в посадках картофеля в Республике Беларусь. Установлено, что наибольшее распространение из трех изучаемых вирусов имеет раттл-вирус, который обнаружен в каждом из обследуемых районов.

The results of monitoring to identify tobacco rattle virus, potato mop-top virus and alfalfa mosaic virus in the planting of potato at the Republic of Belarus are present in the article. It is established, that the greatest distribution from three studied viruses has a tobacco rattle tobnavirus, which is found out in each of investigated areas.

Введение

Современная фитовирусология насчитывает более 30 возбудителей заболеваний картофеля вирусной этиологии, которые в свою очередь способны вызывать различные формы поражения растений и клубней. В Республике Беларусь до настоящего времени на картофеле изучено распространение лишь вирусов, имеющих повсеместно широкий ареал (ХВК, СВК, УВК, МК, АВК, ВСЛК, аукуба-мозаики). Картофель не является эндемичной культурой для Беларуси, следовательно, изначально отсутствовали естественные болезни и вредители, характерные для этой культуры, поэтому все вирусные и другие болезни попадают с ввозом.

В виду поступающего извне семенного материала в республику, ситуация с распространением вирусных болезней может измениться. Недостаточный контроль над развитием отдельных вирусных болезней при сложившихся благоприятных условиях может привести к серьезному распространению редко встречающихся в республике вирусов, но являющихся сильно вредоносными. К числу таких относятся так называемые почвенные вирусы, которые могут инфицировать растения картофеля, распространяясь через почву посредством свободно живущих в ней паразитических нематод и грибов. По литературным данным известно, что возбудитель пестростебельности картофеля – раттл-вирус (вирус погрешковости табака, Tobacco rattle virus, TRV) и вирус черной кольцевой пятнистости томата (букетообразность картофеля, Tomato black ring virus, TBRV) передаются почвенными нематодами *Trichodorus*, *Paratrichodorus* и *Longidorus* sp., а моп-топ вирус (метельчатость верхушки картофеля, BMBK, PMTV) посредством зооспор гриба *Spongospora subterranea* Walr. – возбудителя порошистой парши. Вредоносность раттл-вируса может достигать 55 % и более, а вируса букетообразности – более 80 % [1, 3]. Помимо прямого снижения продуктивности картофеля, почвенные вирусы в значительной мере ухудшают его товарные и пищевые качества из-за внутреннего некротического опробкования тканей клубня.

Опасность инфекции, передаваемой почвообитающими микроорганизмами, заключается еще и в том, что при отсутствии растения-хозяина нематоды сохраняют вирофорность до 5 лет, а вирус способен заражать свыше 400 видов однолетних и многолетних сорных растений, являющихся их резервуарами. Выживаемость моп-топ вируса, находящегося в переносчике – покоящихся спорах *S. subterranea*, по некоторым данным, может составлять от 10 до 18 лет после посадки зараженного картофеля. По причине высокой стойкости патогена нельзя использовать навоз от животных, которых кормили клубнями, зараженными порошистой паршой, т. к. покоящиеся споры гриба проходят невредимыми через пищеварительный тракт [2].

Наибольшее распространение раттл-вируса приурочено к легким супесчаным и песчаным почвам, где обитают нематоды-переносчики, а моп-топ вируса – к связным, хорошо увлажненным с высоким содержанием органического вещества почвам и умеренным по температурному режиму условиям произрастания картофеля.

Исследования, проведенные многими учеными, позволили установить, что внешние симптомы проявления при поражении раттл-вирусом и моп-топ вирусом могут варьировать в широком диапазоне в зависимости от генотипа растения-хозяина, условий окружающей среды и штаммов вирусов. Очень часто эти вирусы могут содержаться в растениях и клубнях картофеля в латентном состоянии, что может служить еще большему риску их распространения в семенном материале в отсутствие надлежащего контроля.

К настоящему времени ареал распространения моп-топ вируса, раттл-вируса и вируса мозаики люцерны (ка-

лико, ВМЛ, AMV) на территории Беларуси не установлен, в то время как в ряде стран эти патогены выявлялись. По данным С.А. Taylor и D.J.F. Brown, зараженность раттл-вирусом всех посадочных площадей в Шотландии составляет около 20 % [4]. Сравнительно недавний мониторинг вирусных болезней, проведенный Ф.Ф. Замалиевой в Республике Татарстан, показал, что вирус моп-топ имеет значительный ареал распространения [5]. В Республике Беларусь раттл-вирус был выявлен Ж.В. Блоцкой (1997 г.) на сорте Белорусский 3 в Октябрьском районе Гомельской области [6]. Нами в 2006 г. во время маршрутных обследований посадок картофеля Полоцкого района Витебской области на клубнях сорта Невский были выявлены симптомы в виде дуг и кольцевых некрозов клубней, схожие с симптомами раттл-вируса [7]. Целенаправленный мониторинг и идентификация этих патогенов современными чувствительными методами (ИФА, ПЦР) не проводились. Поэтому целью наших исследований являлось проведение мониторинга распространения вирусных болезней: метельчатости верхушки картофеля, пестростебельности картофеля и калико в посадках картофеля на территории Республики Беларусь.

Материалы и методика исследований

Материалом для исследований послужил листовой и клубневой материал растений картофеля, собранный с полей различных субъектов хозяйствования (семеноводческих, товарных, а также личных подсобных хозяйств) 5-ти районов каждой из областей Беларуси.

Маршрутные обследования посадок картофеля с визуальным учетом внешних симптомов вирусных болезней, отбором листовых и клубневых проб для последующего инструментального анализа проводили в 2011–2015 гг. в июле в фазе цветения – конец цветения растений картофеля. Визуально вирусные болезни учитывали по симптомам, описанным в литературных источниках [1, 8, 9].

С каждого исследуемого поля отбирали по 50 проб для тестирования скрытой инфекции изучаемых вирусов с помощью методов иммуноферментного анализа (ИФА) и полимеразно-цепной реакции (ПЦР). Экстракцию сока из листовых проб в микропробирки проводили при помощи ручного гомогенизатора. Сок замораживали в морозильной камере при температуре минус 18 °С.

Для проведения биотеста по определению TRV и PMTV в условиях защищенного грунта использовали растения-индикаторы: для раттл-вируса – растения *Nicotiana tabacum* L. (сорт Самсун), *N. benthamiana* L., *N. sylvestris* L., *Chenopodium album* L. и *Gomphrena globosa* L.; для определения вируса мозаики люцерны – *Solanum nigrum* L., *N. tabacum* L. (сорт Самсун) и *Datura stramonium* L.; моп-топ вируса – *N. sylvestris* L., *N. glutinosa* L., *N. tabacum* L. и *N. debney* L.

Инокулюмом из листовых проб растений картофеля, имеющих внешние симптомы метельчатости верхушки картофеля и пестростебельности картофеля, инокулировали рассаду растений-индикаторов в фазе 4–6 настоящих листьев. Учет развития симптомов проводили каждые 5 дней с момента заражения.

Определение скрытой вирусной инфекции и дифференциацию исследуемых вирусов в отдельные годы осуществляли с помощью метода ИФА на основе реагентов фирмы Bioreba (Швейцария), Sediag (Франция), Agdia (США) и Neogen Europe (Шотландия), а для выявления раттл-вируса применяли еще и диагностические наборы фирмы Loewe (Германия). Детекцию моп-топ вируса также проводили методом ПЦР в формате Flash наборами фирмы Агродиагностика (Россия).

ИФА и ПЦР анализы проб на наличие вирусной инфекции выполняли в лаборатории иммунодиагностики картофеля Центра.

Результаты исследований и их обсуждение

Визуальная оценка состояния посадок картофеля по внешним симптомам вирусных болезней. Результаты оценки посадок картофеля в Республике Беларусь на пораженность исследуемыми вирусными болезнями представлены в таблице 1.

Данные, полученные по результатам визуальной диагностики, указывают на различия в пораженности посадок картофеля изучаемыми вирусными болезнями по обследованным районам. Самый высокий процент поражения пестростебельностью картофеля в Гомельской области отмечен в Ветковском (6,0) и Мозырском (4,0) районах; в Витебской – в Полоцком (26,7) и Верхнедвинском (8,3); в Гродненской – в Дятловском (9,5) и Слонимском (6,2); в Брестской – в Ивановском (9,0), Пружанском (7,0) и Каменецком (6,5); в Минской – в Молодечненском (5,0) и Мядельском (3,0); в Могилевской – в Глусском (24,0) и Славгородском (7,0) районах. При этом следует отметить, что в большинстве случаев наибольшая частота встречаемости растений картофеля, пораженных пестростебельностью, отмечалась в посадках частного сектора. Природные очаги поражения обнаружены и в семеноводческих хозяйствах. Пораженность отдельных сортов составляла 10–12 %.

Встречаемость растений картофеля с симптомами метельчатости верхушки картофеля была невысокой и составляла в среднем от 0,9 до 7,6 %. Максимальное количество растений с симптомами метельчатости выявлено в Ветковском (15,0 %), Октябрьском (9,0) и Жлобинском (7,5) районах Гомельской области, а также Дятловском районе (5,2 %) Гродненской области. Пораженность посадок картофеля калико была незначительной, отмечалась не во всех районах и не превышала 1,0–2,5 %.

Идентификация вирусов методом ИФА. Иммуноферментный анализ исследуемых проб на содержание инфекции моп-топ вируса картофеля, раттл-вируса и вируса мозаики люцерны подтвердил, что наибольшее распространение из трех изучаемых вирусов имеет раттл-вирус, который обнаружен в каждом из обследуемых районов (таблица 2).

В посадках картофеля Гомельской области наибольшее количество положительных проб, содержащих раттл-вирус, выявлено в Ветковском (19,0 %), Жлобинском (18,0) и Житковичском (18,0) районах; в Витебской области – в Лепельском (17,3); в Гродненской – в Лидском (23,4), Дятловском (10,4) и Вороновском (10,3); в Брестской – в Ивановском (50,0) и Каменецком (59,3); в Минской – в Молодечненском (64,7) и Любанском (48,9 %) районах; в Могилевской – в Глусском (24,0 %) районе. В Ивановском районе Брестской области на интродуцированном сорте Ауреа иностранной селекции выявлено до 7,0 % растений, пораженных этим вирусом. Причем инфекция не носила очаговый характер, что указывает на распространение с завезенным семенным материалом.

Пораженность картофеля моп-топ вирусом и вирусом мозаики люцерны носит, в основном, ограниченный характер. Наличие положительных реакций отмечено не по всем районам и достигало по моп-топ вирусу 0,5–4,0 %, а по вирусу мозаики люцерны – 0,5–6,6 % за исключением Вороновского (12,7 %) и Слонимского (12,2 %) районов Гродненской и Ивановского (29,3 %) и Столинского (16,3 %) районов Брестской области.

При проведении биотеста на растениях-индикаторах получены типичные симптомы, соответствующие описанию в учебно-методическом пособии ВИЗР [9].

Иммуноферментный анализ сока из свежесобранного листового материала растений-индикаторов *N. tabacum* L. и др. с системными симптомами поражения подтвердил наличие исследуемых вирусов в большинстве случаев.

Положительная реакция на моп-топ вирус подтверждена также и методом ПЦР-анализа растений табака с системными симптомами поражения в результате передачи инфекции от вирусных растений картофеля.

Таблица 1 – Пораженность посадок картофеля вирусными болезнями (2011–2015 гг.)

Район	Поражено растений вирусными болезнями, %		
	метельчатость верхушки картофеля	пестростебельность картофеля	калико
Гомельская область			
Жлобинский	7,5	3,0	0
Ветковский	15,0	6,0	0,5
Мозырский	3,5	4,0	2,0
Октябрьский	9,0	2,0	0
Житковичский	3,0	2,5	1,0
Среднее	7,6	3,5	0,7
Витебская область			
Лиозненский	1,7	6,3	0
Полоцкий	2,7	26,7	0,01
Лепельский	2,7	6,3	0
Верхнедвинский	1,3	8,3	0,01
Поставский	1,3	5,5	0,01
Среднее	1,9	10,6	0,01
Гродненская область			
Вороновский	0,8	3,1	0
Лидский	1,2	4,0	0
Мостовский	1,2	5,0	2,0
Дятловский	5,2	9,5	1,6
Слонимский	1,0	6,2	0
Среднее	1,9	5,6	0,3
Брестская область			
Ивановский	0,5	9,0	1,0
Столинский	0	4,5	1,0
Пружанский	2,5	7,0	1,0
Каменецкий	1,3	6,5	0
Ивацевичский	0,5	0	0,5
Среднее	0,9	5,4	0,7
Минская область			
Молодечненский	2,0	5,0	2,5
Мядельский	2,0	3,0	0
Любанский	1,0	2,0	0
Копыльский	0	0	0
Червенский	1,0	2,5	1,0
Среднее	1,2	2,5	0,7
Могилевская область			
Бобруйский	0	3,0	0
Глусский	2,0	24,0	0
Славгородский	2,0	7,0	0
Могилевский	2,0	5,0	0
Шкловский	0	2,5	0
Среднее	1,2	8,3	0

На рисунке представлены основные симптомы раттл-вируса на растениях и клубнях картофеля, а также индикаторном растении *N. tabacum* L.

Выводы

Таким образом, проведенный мониторинг распространенности моп-топ вируса, раттл-вируса, вируса мозаики люцерны позволил установить, что в Республике Беларусь наиболее широкое распространение имеет раттл-вирус. Моп-топ вирус и вирус мозаики люцерны, хотя и имеют ограниченное распространение, однако представляют серьезную угрозу отрасли картофелеводства.

Карантинной инспекции необходимо усилить контроль за ввозимым в республику семенным материалом, а семенной инспекции – за вирусологическим состоянием посадок картофеля с целью недопущения распространения данных вирусов и перехода их из категории малораспространенных, но потенциально опасных, в категорию по-

Таблица 2 – Пораженность посадок картофеля моп-топ вирусом картофеля, раттл-вирусом и вирусом мозаики люцерны (ИФА, 2011–2015 гг.)

Район	Поражено растений вирусами, %		
	PMTV	TRV	AMV
Гомельская область			
Жлобинский	4,0	18,0	0
Ветковский	4,0	19,0	3,0
Мозырский	2,0	9,0	5,0
Октябрьский	0	14,0	4,0
Житковичский	0	18,0	3,0
Среднее	2,6	15,6	3,0
Витебская область			
Лиозненский	1,8	8,3	0,9
Полоцкий	2,4	5,5	1,2
Лепельский	2,5	17,3	4,9
Верхнедвинский	1,9	9,7	4,3
Поставский	4,0	7,3	2,6
Среднее	2,5	9,6	2,8
Гродненская область			
Вороновский	0,5	10,3	12,7
Лидский	1,4	23,4	0
Мостовский	3,3	9,7	3,7
Дятловский	0	10,4	6,6
Слонимский	0	6,6	12,2
Среднее	1,04	12,1	7,04
Брестская область			
Ивановский	0	50,0	29,3
Столинский	0	41,9	16,3
Пружанский	0	26,3	0
Каменецкий	0,9	59,3	0,9
Ивацевичский	0,9	43,4	0,5
Среднее	0,4	44,2	9,4
Минская область			
Молодечненский	0	64,7	0,5
Мядельский	1,3	34,0	0
Любанский	0,5	48,9	0
Копыльский	0	4,1	0
Червенский	1,0	21,9	0,5
Среднее	0,6	34,7	0,2



а)



б)



в)

Симптомы поражения картофеля раттл-вирусом а) на растении картофеля, б) на клубнях картофеля, в) на растении-индикаторе *N. tabacum* L.

всеместно встречающихся, особо опасных вирусов картофеля.

Литература

1. Блоцкая, Ж.В. Вирусные, виroidные и фитоплазменные болезни картофеля / Ж.В. Блоцкая. – Минск: Техналоя, 2000. – 120 с.
2. Merz, U. Powdery scab of potato – Occurrence, life cycle and epidemiology / U. Merz // American J. of Pot. Research. – 2008. – Vol. 85. – P. 241–246.
3. Dale, M.F.B. Effects of systemic infections with Tobacco rattle virus on agronomic and quality traits of a range of potato cultivars / M.F.B. Dale, D.J. Robinson, D. Todd // Plant Pathology. – 2004. – Vol. 53. – P. 788–793.
4. Taylor, C.A. Nematode Vectors of Plant Viruses / C.A. Taylor, D.J.F. Brown // Integrated Pest Management Reviews. – 1997. – Vol. 4. – P. 270–271.
5. Замалиева, Ф.Ф. Биологическое обоснование защиты от заражения вирусами оздоровленного семенного картофеля в Республике Татарстан: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.11, 06.01.05 / Ф.Ф. Замалиева, Укр. с.-х. акад. – Киев, 1989. – 45 с.
6. Блоцкая, Ж.В. Вирусные болезни картофеля / Ж.В. Блоцкая. – Минск: Наука і тэхніка. – 1993. – 222 с.
7. Русецкий, Н.В. Изучение распространенности вирусных болезней картофеля в Витебской области / Н.В. Русецкий, В.А. Козлов, А.В. Чашинский // Земляробства і ахова раслін. – 2007. – № 4 (53). – С. 44–47.
8. Mulder, A. Potato diseases (diseases, pests and defects) / A. Mulder, L.J. Turkensteen // NIVAP, Holland, – 2005. – 280 p.
9. Самсонова, Л.Н. Диагностика вирусных и фитоплазменных болезней овощных культур и картофеля / Л.Н. Самсонова, А.Е. Цыпленков, Т.А. Якуткина. – ВИЗР, 2001. – 47 с.