

**Таблица 3 – Вредоносность шоколадной пятнистости в посевах кормовых бобов (РУП «Институт защиты растений», сорт Фанфар, 2019–2021 гг.)**

Показатель	Потери массы 1000 семян ( $Y_1$ ), %	Потери урожая зерна с одного растения ( $Y_2$ ), %
Уравнение регрессии	$Y_1 = -2,88 + 0,95X \pm 0,47$	$Y_2 = 2,55 + 0,21X \pm 1,8$
Коэффициент корреляции (r)	0,98	0,95
Относительный коэффициент вредоносности ( $b_1$ )	0,21 $\pm$ 0,01	0,89 $\pm$ 0,01
Биологический порог вредоносности (% развития болезни)	5,08 $\pm$ 0,05	2,14 $\pm$ 0,15

Примечание – Коэффициенты регрессии существенны на уровне  $P = 0,05$ .

**Выводы**

В условиях Республики Беларусь в посевах кормовых бобов шоколадная пятнистость является одной из наиболее распространенных болезней. В период созревания зерна (ВВСН 85) степень поражения растений болезнью достигает 10,0–35,9 % в зависимости от года и агроклиматической зоны возделывания культуры.

Уровень развития болезни или биологический порог вредоносности, с которого возможно достоверное снижение массы 1000 семян для шоколадной пятнистости, составляет 5,08 %, урожая зерна – 2,14 %. Относительный коэффициент вредоносности шоколадной пятнистости по массе 1000 семян достигает 0,21, по урожаю – 0,89 соответственно на каждый процент развития болезни свыше биологического порога вредоносности.

При поражении растений кормовых бобов шоколадной пятнистостью в 4 балла потенциальные потери урожая могут достигать 68,7–72,6 %, что свидетельствует о высокой вредоносности болезни.

**Литература**

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

2. Куркина, Ю. Н. Грибные болезни бобов / Ю. Н. Куркина // Защита и карантин растений. – 2008. – № 10. – С. 41–42.  
 3. Лихачев, А. Н. Грибы рода *Botrytis* Micheli (Fungi, Deuteromycota): Биология, экология, микроэволюция: дис. ... доктора биол. наук: 03.00.24 / А. Н. Лихачев. – М., 2000. – 350 л.  
 4. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / В. М. Лукомец [и др.]; под общ. ред. В. М. Лукомца. – Краснодар, 2007. – С. 42–69.  
 5. Мероприятия по защите бобов кормовых от болезней в условиях Беларуси: рекомендации / РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», РУП «Ин-т защиты растений»; А. А. Запрудский [и др.]. – Минск: Колорград, 2020. – 40 с.  
 6. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред.: С. Ф. Буга; рец.: В. Л. Налобова, В. А. Тимофеева. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2007. – С. 8–140.  
 7. Супранович, Р. В. Определитель фаз развития однодольных и двудольных растений по шкале ВВСН / Р. В. Супранович, С. В. Сорока, Л. И. Сорока. – Минск: Колорград, 2016. – 102 с.  
 8. Чекалин, Н. М. Генетические основы селекции зернобобовых культур на устойчивость к патогенам / Н. М. Чекалин. – Полтава: Интерграфика, 2003. – 186 с.  
 9. Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen: ВВСН-Monograph / Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft; ed. Uwe Meier. – Berlin, 1997. – 622 s.  
 10. Cho, H. S. Three *Alternaria* Species Pathogenic to Sunflower / H. S. Cho, S. H. Yu // Plant Pathol. J. – 2000. – Vol. 16, № 6. – P. 331–334.

УДК 235.61:632.38

**Изучение распространенности и структуры популяций возбудителей вирусных болезней картофеля в Республике Беларусь**

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

(Дата поступления статьи в редакцию 02.12.2021)

Приведены результаты изучения распространенности и структуры популяций возбудителей вирусных болезней картофеля в Республике Беларусь. Установлено, что среди симптомов вирусных болезней в посадках картофеля наиболее часто встречается мозаичное закручивание, скручивание, обыкновенная мозаика и крапчатость. Полосчатая и морщинистая мозаики встречаются единично.

В структуре популяций возбудителей вирусных болезней в республике лидирующее положение занимают вирусы М и S, менее распространены вирусы Y и X. Вирусы А и L имеют локальное распространение.

*The results of studying the incidence and population structure of viral potato diseases agents in the Republic of Belarus are presented. It is found that among the symptoms of viral diseases in potato plantings, mosaic rolling, curling, ordinary mosaic and mottledness are the most common. Streak and rugose mosaics are found singularly*

*In the structure of populations of viral diseases agents in the republic, the leading position is occupied by viruses M and S, viruses Y and X are less common. Viruses A and L have local distribution.*

Введение

В последние двадцать лет в Беларуси, в связи с изменением климата, произошли существенные изменения в фитопатологической ситуации на картофеле. Особенно возросла вредоносность вирусных болезней, что связано со сменой штаммового состава их возбудителей, а также с изменением численности и видового состава тлей – основных переносчиков вирусов. Вирусные болезни являются основной причиной вырождения сортов, приводя к значительным потерям урожая, которые могут достигать 70–85 % [1]. К настоящему времени в мире известно более 30 вирусов картофеля. В Республике Беларусь повсеместно распространены вирусы X (PVX), Y (PVY), M (PVM) и S (PVS). Ограниченное распространение имеют вирусы A (PVA), L (PLRV), F (PAMV), вирус метельчатости верхушки картофеля или моп-топ вирус (PMTV), вирус черной пятнистости томата (TBRV), вирус мозаики люцерны или калико (AMV), вирус пестростебельности картофеля или rattle-вирус (TRV) [2].

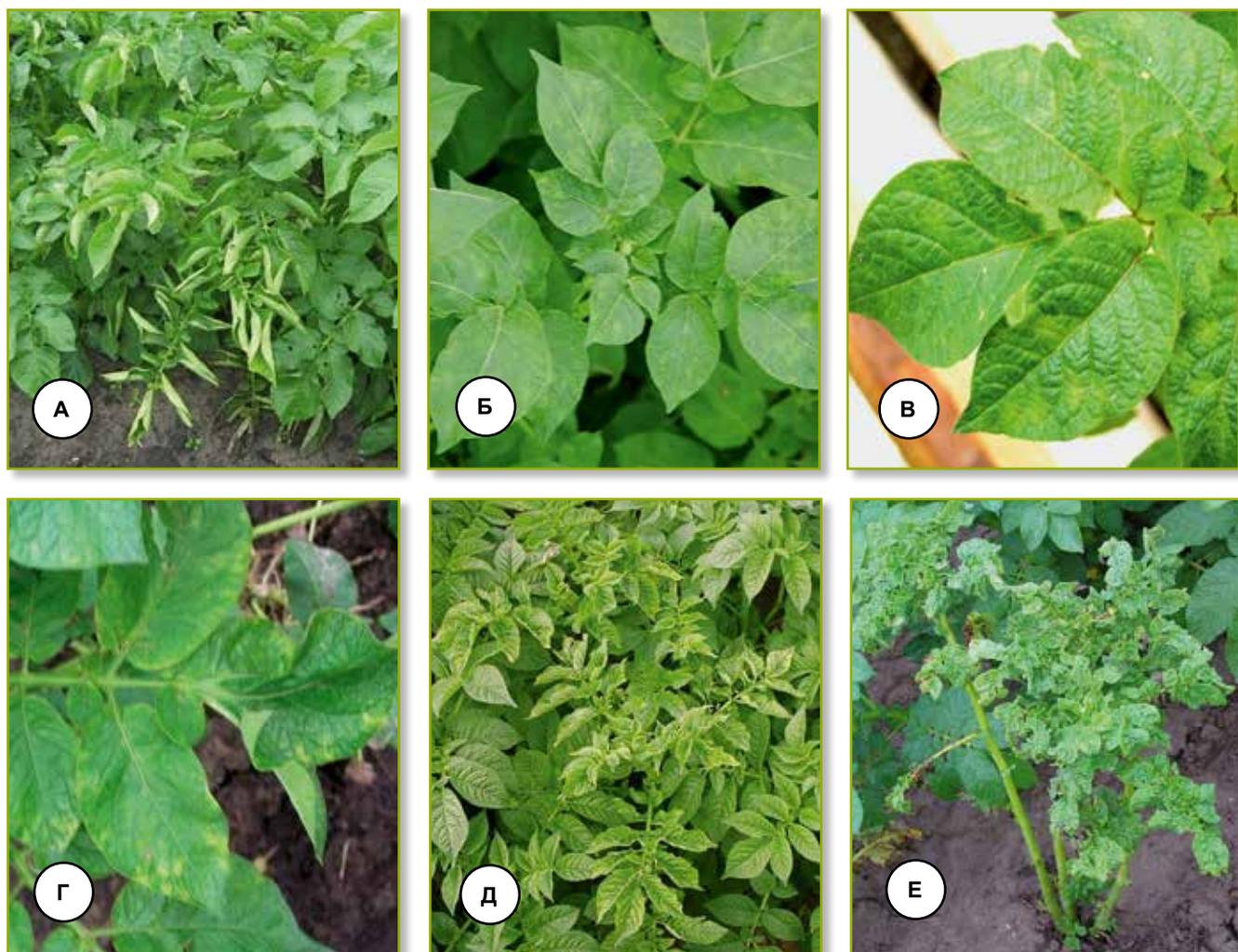
Внешнее проявление поражения наиболее распространенными вирусами подразделяют на следующие симптомы: морщинистая мозаика, полосчатая мозаика, обыкновенная мозаика, крапчатость, мозаичное закру-

чивание листьев, скручивание листьев и складчатая мозаика (рисунок 1).

**Морщинистая мозаика.** Основной возбудитель – Y-вирус картофеля. Вирус передается контактным путем и с помощью насекомых-переносчиков. Иногда PVY присутствует в растениях в комплексе с другими вирусами. Характер симптомов и степень развития болезни зависят от штамма вируса, сорта картофеля и условий его возделывания. Заболевание очень вредоносно. Урожай клубней у пораженных растений может снижаться до 80–90 %.

**Полосчатая мозаика.** Заболевание вызывается YBK обычным штаммом (Y<sup>0</sup>) и проявляется в виде некротизации жилок листьев и темно-коричневых некрозов в уголках между ними. Особенно хорошо заметны некрозы с нижней стороны листа. При сильном поражении темно-коричневые некрозы распространяются на черешки листьев и стебли. К концу вегетации растений почти все листья, начиная с нижних, засыхают и повисают на стеблях. В естественных условиях полосчатая мозаика часто сопровождается морщинистостью листьев. Урожай может снижаться до 70–80 %.

**Обыкновенная мозаика.** Основной возбудитель – X-вирус. Причиной заболевания также могут быть S-, M-вирус. Вирус X характеризуется высокой антигенной



А – скручивание листьев, вызываемое вирусом L; Б – обыкновенная мозаика – вирусы X и S; В – крапчатость – вирус Y; Г – складчатая мозаика – вирус A; Д – мозаичное закручивание – вирус M; Е – морщинистая мозаика, вызываемая смесью вирусов

Рисунок 1 – Вирусные болезни картофеля

активностью, длительно сохраняет инфекционность в отжатом соке, накапливается в растениях картофеля в высоких концентрациях. Распространяется в основном контактным путем.

В зависимости от штамма PVX вызывает симптомы от слабой мозаики до некротических пятен. На молодых листьях наблюдается светло-зеленая мозаика (пятна различной интенсивности, формы и величины). Урожай может снижаться до 30–40 %.

**Крапчатость.** Возбудители – S-вирус или смесь S- и X-вируса. Симптомы заболевания чаще всего слабо выражены или же вирус в растениях находится в латентной форме. При заражении более сильным штаммом S<sup>1</sup> наблюдается яркая мозаика, общий хлороз, измельчение верхних листьев, отставание растений в росте. PVS распространяется контактным путем и насекомыми и может снижать урожайность до 25 %.

**Скручивание листьев.** Возбудитель – L-вирус. Симптомы зависят от штамма вируса, сорта, условий его возделывания и времени заражения. При первичной инфекции наблюдается слабое скручивание нижних листьев, или заболевание протекает латентно. При вторичной инфекции в начале вегетации растений обнаруживается более интенсивное скручивание листьев вдоль средней жилки. Листья становятся жесткими и шуршащими, нередко с нижней стороны приобретают антоциановую окраску. Пораженные растения хлоротичны и отстают в росте. PLRV поражает не только листья, но и клубни, на срезе которых обнаруживается сетчатый некроз. Вирус передается тлями и может снижать урожайность до 70 %.

**Складчатая мозаика.** Возбудитель заболевания – A-вирус. Характерным признаком заболевания является деформация листьев в виде волнистости, складчатости, курчавости. Часто A-вирус содержится в растениях совместно с PVX и PVY, что усиливает его вредоносность. Снижение урожая клубней при комплексной инфекции вирусов достигает 60–80 %. Вирус A распространяется контактным путем и посредством тлей [2].

Проявление заболевания зависит от вида вируса, штамма, наличия смешанной инфекции, реакции генотипа растения-хозяина на заражение, а также от влияния факторов внешней среды (условий почвенного питания, температуры, влажности, освещенности и др.).

По внешним симптомам вирусных болезней весьма трудно установить, каким конкретно вирусом поражено растение, так как во многих случаях восприимчивые к нескольким вирусам растения поражены смешанной вирусной инфекцией, симптомы при которой могут варьировать в широких пределах. Особую опасность представляет латентная форма инфекции, при которой у растения – носителя вируса – нет внешних признаков заболевания. Поэтому визуальная диагностика служит лишь предварительным основанием для установления типа заболевания. Выявление же конкретного возбудителя болезни необходимо осуществлять более достоверными методами диагностики, одним из которых является метод ИФА.

## Материалы и методы проведения исследований

Изучение распространенности и структуры популяций возбудителей вирусных болезней картофеля

в Республике Беларусь проводили в 2016–2020 гг. Материалом для исследований служили посадки картофеля общественного сектора, крестьянско-фермерских хозяйств частного сектора. В каждой области обследованы 6 районов, в которых отрасль картофелеводства наиболее развита: в Витебской – Оршанский, Витебский, Полоцкий, Глубокский, Верхнедвинский, Браславский; в Могилевской – Могилевский, Шкловский, Горецкий, Кличевский, Кировский и Бобруйский; в Брестской – Пружанский, Каменецкий, Пинский, Ляховичский, Ивацевичский, Ивановский; в Минской – Пуховичский, Молодечненский, Минский, Любанский, Слуцкий, Копыльский; в Гродненской – Ошмянский, Лидский, Гродненский, Слонимский, Берестовицкий и Кореличский; в Гомельской – Гомельский, Речицкий, Добрушский, Житковичский, Жлобинский и Октябрьский.

Оценку состояния посадок картофеля проводили визуально по внешним симптомам вирусных болезней в период бутонизации – цветения. С каждого обследуемого поля отбирали по 50 проб для выявления скрытой вирусной инфекции вирусов X, Y, S, M, L, A.

Из всех отобранных листовых проб при помощи электромеханического пресса проведена экстракция сока в микропробирки объемом 1,5 мл, которые закладывали на хранение в морозильную камеру при температуре минус 18 °С. Анализ проб на наличие вирусной инфекции был осуществлен при помощи метода иммуноферментного анализа (ИФА), который выполнялся сотрудниками лаборатории иммунодиагностики картофеля РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в соответствии с методическими рекомендациями НПО по картофелеводству (Россия) [3] и инструкций фирм-производителей наборов.

Визуальный учет вирусных болезней проводили согласно описанным в литературе симптомам вирусных болезней [1, 2, 4].

## Результаты исследований и их обсуждение

Мониторинг посадок картофеля в Беларуси показал, что в структуре посевных площадей среди сортов белорусской селекции преобладают Скарб, Бриз и Вектар, иностранных – Гала и Королева Анна. В общественном секторе и крестьянско-фермерских хозяйствах в основном наблюдались сортовые посадки картофеля от суперэлиты до 2-й репродукции. Пораженность посадок картофеля вирусными болезнями в частном секторе была в 1,5–2 раза выше, чем в общественном.

По результатам визуального обследования посадок картофеля установлено, что среди симптомов вирусных болезней наиболее часто встречается мозаичное закручивание – 38,5 %, далее следуют: скручивание – 13,9 %, обыкновенная мозаика – 12,6 % и крапчатость – 10,2 %. Полосчатая и морщинистая мозаики встречались единично и составили 1,03 и 0,6 % соответственно (таблица 1).

Наибольшее количество растений с симптомами мозаичного закручивания выявлено в Гомельской области – 44,3 %, со скручиванием – в Гродненской области – 19,5 %; с обыкновенной и полосчатой мозаиками – в Витебской области – 16,4 и 2,6 %; с крапчатостью и морщинистой мозаикой – в Брестской области – 23,6 и 0,9 %.

В структуре популяций возбудителей вирусных болезней в республике по результатам проведенного ана-

лиза ИФА лидирующее положение занимают вирусы М – 41,8 % и S – 39,1 %. Вирус Y выявлен у 24,2 % проанализированных растений, вирус X – у 12,9 %. Вирусы А и L имели локальное распространение и составили 1,2 и 1,1 % (таблица 2).

Максимальное поражение посадок картофеля вирусами S и X отмечено в Витебской области – 55,2 и 25,2 %; вирусами M и L – в Гомельской области – 55,2 и 2,4 %; вирусами Y и A – в Минской области – 31,0 и 7,0 %.

Относительно благоприятной вирусологической ситуацией в Брестской области характеризовался Ивановский район, в Витебской – Витебский и Оршанский районы, в Гродненской – Кореличский и Берестовицкий районы, в Гомельской – Жлобинский и Речицкий районы, в Минской – Минский район, в Могилевской области – Горецкий и Шкловский районы.

Наиболее поражены посадки картофеля вирусами в Брестской области в Ляховичском и Пружанском районах. Максимальное количество растений, инфицированных вирусами Y и S, выявлено в Ляховичском районе – 50,0 и 70,0 %, вирусом M – в Ивацевичском районе – 74,0 %. Поражение посадок картофеля вирусом X было незначительным и составило по 12,0 % – в Ляховичском и Кировском районах, по 8,0 % – в Ивацевичском и Пружанском районах и 0,6 % – в Ивановском районе. Вирусов L и A на картофельных полях Брестской области не обнаружено.

В Витебской области максимальное количество пораженных вирусами растений картофеля выявлено в Верхнедвинском и Браславском районах. Наибольшее количество растений с вирусами X, Y и M отмечено в Браславском районе – 67,6; 37,3 и 66,9 % соответственно; вирусом A – в Оршанском районе –

19,3 %; вирусами S и L – в Полоцком районе – 66,9 и 3,9 %.

В Гродненской области самое большое количество пораженных вирусами растений картофеля отмечено в Слонимском и Гродненском районах. Максимальное количество растений картофеля, инфицированных вирусом X, выявлено в Ошмянском районе – 38,0 %; вирусами Y, L и A – в Гродненском районе – 41,7 и 1,0 %; вирусами M и S – в Слонимском районе – 95,0 и 58,0 %.

Наиболее поражены посадки картофеля вирусной инфекцией в Гомельской области в Житковичском и Рогачевском районах. Максимальное количество растений картофеля, содержащих инфекцию X- и Y-вируса, отмечено в Житковичском районе – 32,0 и 37,0 %; вирусом L – в Рогачевском районе – 8,8 %; вирусом S – в Добрушском районе – 37,8 %; вирусом M – в Октябрьском районе – 71,0 %.

В Минской области самое большое количество растений, пораженных вирусами, выявлено в Слуцком районе. Наибольшим количеством растений с вирусами Y и S выделяется Слуцкий район – 62,0 и 54,0 %; вирусом M – Пуховичский район – 43,0 %; вирусами A и X – Молодечненский район – 24,0 и 14,0 %; с вирусом L – Копыльский район – 13,0 %.

В Могилевской области наибольшее количество растений, пораженных вирусами, отмечено в Кировском районе. Максимальное количество посадок картофеля, пораженных вирусами Y и S, выявлено в Кировском районе – 44,0 и 70,0 %; вирусом M – в Бобруйском районе – 52,0 %; вирусом X – в Могилевском районе – 14,0 %. Вирусов L и A в посадках картофеля Могилевской области не обнаружено.

По результатам проведенных исследований составлена карта распространенности возбудителей вирусных

Таблица 1 – Симптомы вирусных болезней, выявленные в посадках картофеля (2016–2020 гг.)

Область	Вирусные болезни, %					
	мозаичное закручивание	скручивание	обыкновенная мозаика	крупчатость	полосчатая мозаика	морщинистая мозаика
Брестская	39,4	14,9	8,8	23,6	1,3	0,9
Витебская	35,0	9,1	16,4	10,3	2,6	0,3
Гродненская	35,4	19,5	10,8	6,7	0,07	0,1
Гомельская	44,3	6,3	10,9	5,4	0,2	0,4
Минская	36,9	17,7	13,4	8,5	1,2	0,8
Могилевская	39,9	12,2	15,6	6,7	0,8	0,8
Среднее по республике	38,5	13,9	12,6	10,2	1,03	0,6

Таблица 2 – Пораженность посадок картофеля вирусами (по результатам ИФА, 2016–2020 гг.)

Область	Пораженность картофеля вирусами, %					
	X	Y	S	M	L	A
Брестская	8,2	29,0	45,0	40,0	0,0	0,0
Витебская	25,2	22,3	55,2	28,6	1,4	3,5
Гродненская	15,0	17,0	32,0	53,0	1,0	0,4
Гомельская	12,4	27,3	32,3	57,2	2,4	0,0
Минская	11,0	31,0	37,0	32,0	2,0	7,0
Могилевская	6,0	19,0	33,0	40,0	0,0	0,0
Среднее по республике	12,9	24,2	39,1	41,8	1,1	1,2

болезней в посадках картофеля в Республике Беларусь (рисунок 2).

**Выводы**

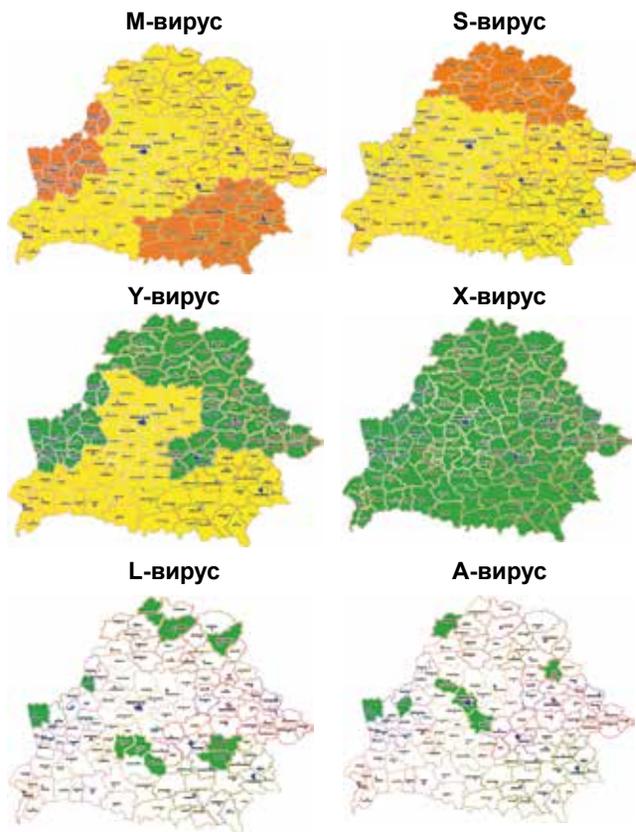
По результатам проведенных исследований установлено, что среди симптомов вирусных болезней в посадках картофеля Республики Беларусь наиболее часто встречается мозаичное закручивание, скручивание, обыкновенная мозаика и крапчатость. Полосчатая и морщинистая мозаики встречались единично.

Наибольшее количество растений с симптомами мозаичного закручивания выявлено в Гомельской области, со скручиванием – в Гродненской области, с обыкновенной и полосчатой мозаиками – в Витебской области, с крапчатостью и морщинистой мозаикой – в Брестской области.

В структуре популяций возбудителей вирусных болезней картофеля в республике лидирующее положение занимают вирусы М и S, менее распространены вирусы Y и X. Вирусы А и L имеют локальное распространение.

**Литература**

1. Блоцкая, Ж. В. Вирусные болезни картофеля / Ж. В. Блоцкая. – Минск: Навука і тэхніка, 1993. – 203 с.
2. Блоцкая, Ж. В. Вирусные, виroidные и фитоплазменные болезни картофеля / Ж. В. Блоцкая. – Минск: Тэхналогія, 2000. – 119 с.
3. Инструкция по применению иммуноферментного диагностического набора для определения вирусов картофеля / ГНУ «Всероссийский НИИ картофельного хозяйства им. А. Г. Лорха». – Коренево, 2011. – 8 с.
4. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от вредителей, болезней и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск: Политграфт. – 500 с.



Примечание – Распространенность вирусов: белый цвет – вирус не выявлен, зеленый – от 0 до 25 %, желтый – от 26 до 50 %, красный – от 51 до 75 %.

**Рисунок 2 – Распространенность вирусов в посадках картофеля в Республике Беларусь (2016–2020 гг.)**

УДК 633.1 «324»:632.4

**Видовое разнообразие возбудителей фузариозной корневой гнили озимых зерновых культур**

Н. А. Крупенько, кандидат биологических наук, С. Ф. Буга, доктор с.-х. наук, А. Г. Жуковский, кандидат с.-х. наук, Т. Г. Пилат, кандидат биологических наук, А. А. Жуковская, И. Н. Одинцова, В. Г. Лешкевич, Н. Л. Свидуневич, Н. А. Бурнос, А. А. Апресян, научные сотрудники Института защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 12.01.2022)

Исследования проводили в 2018–2021 гг. на озимых зерновых культурах (пшеница, тритикале, рожь, ячмень). Установлено варьирование видового состава грибов рода *Fusarium* в зависимости от региона, культуры и вегетационного сезона. На пшенице, тритикале и ржи доминировали *F. equiseti*, *F. avenaceum*, *F. culmorum* и *F. oxysporum*, на ячмене – *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. avenaceum*.

The research was carried out in 2018–2021 on winter cereal crops (wheat, triticale, rye, barley). It was determined a significant variation of species biodiversity depending on region, crop and growing season. *Fusarium equiseti*, *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum* prevailed on wheat, triticale and rye whereas *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. avenaceum* dominated on barley.

**Введение**

Проблема корневой гнили зерновых культур не теряет актуальности в стране на протяжении 50 лет [1]. С одной стороны, этому способствуют климатические условия, являющиеся благоприятными не только для возделывания зерновых культур, но также для развития фитопато-

генных грибов. С другой стороны, поражение корневой гнилью может обуславливать (особенно в последние годы) неравномерность выпадения осадков в вегетационном сезоне, а также зачастую резкие колебания температур. Так, исследованиями Н. А. Склименок было установлено, что развитие болезни на озимой пшенице усиливается как в условиях дефицита, так и избытка