

В.И. Халаева, И.Г. Волчкевич, А.В. Патракеева
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГРИБОВ РОДА *ALTERNARIA*, АССОЦИИРОВАННЫХ С РАСТЕНИЯМИ КАРТОФЕЛЯ

Дата поступления статьи в редакцию: 22.05.2023

Рецензент: канд. с.-х. наук Жук Е.И.

Аннотация. Проведенная оценка фитосанитарного состояния посадок картофеля, произраставшего в условиях конкурсного испытания, показала широкую распространенность альтернариоза, достигающую в среднем 40,8 % к фазе развитие соцветий – цветение и 100 % к фазе созревание плодов и семян – отмирание. В производственных условиях на единичных сортах картофеля отмечена 100 % пораженность растений болезнью уже к фазе развитие соцветий – цветение. В период вегетации культуры выявлено варьирование развития альтернариоза на ботве картофеля с сохранением дифференциации сортов картофеля по степени их поражения к фазе отмирание. В условиях сортоиспытательных станций доля сортов с депрессивной степенью поражения вегетативной массы растений в 2021 и 2022 гг. составляла 40,0 и 55,6 %, умеренной – 19,4 и 36,7 % и эпифитотийной – 23,3 и 25,0 % соответственно. Отмечено видовое разнообразие грибов рода *Alternaria* Nees. Частота встречаемости вида *A. alternata* (Fr.) Keissl. составила 44,4–77,8 %, *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire – 13,9–70,0 %, *A. solani* Sorauer – 8,3–52,8 %, видов *A. arborescens* E.G. Simmons, *A. avenicola* E.G. Simmons, Kosiak & Kwasna, *A. brassicae* (Berk.) Sacc., *A. infectoria* E.G. Simmons и *A. longissima* E.G. Simmons, отнесенных к группе *Alternaria* spp. – 16,7–56,6 %.

Ключевые слова: картофель, сорт, фаза развития, альтернариоз, распространенность, развитие, мелкоспоровые виды, крупноспоровые виды, встречаемость.

Введение. В последние годы в посадках картофеля наблюдается рост распространенности альтернариоза, связанный с изменением климата, видового состава патогенов и возделываемых сортов, а также наличием поражаемых культур [5]. Вредоносность болезни обусловлена снижением фотосинтетической поверхности листьев, уменьшением урожая и содержания крахмала, повышением доли нетоварных клубней. У растений картофеля поражаются листья, стебли, черешки и клубни [7]. Потери урожая в годы эпифитотийного развития болезни достигают 40 % [7, 13]. Клубни, пораженные альтернариозом, могут накапливать микотоксины, вызывающие изменение химического состава, что делает их непригодными для переработки [9].

Всего с растениями семейства *Solanaceae* консортивно связаны от 14 до 29 видов грибов рода *Alternaria* [20], различающихся по экологическим свойствам, чувствительности к фунгицидам и другим особенностям, что сказывается на ареалах распространения грибов, на эпифитотииологических характеристиках, вредоносности болезни и эффективности защитных мероприятий [13].

Возбудители альтернариоза условно разделены на 2 группы – крупноспоровые и мелкоспоровые. К так называемым крупноспоровым видам, описанным на картофеле, относят *A. solani* и *A. grandis* E.G. Simmons [20]. К мелкоспоровым видам причислены *A. tenuissima*, *A. arborescens*, *A. alternata*, *A. consortialis* (Thüm.) J.W. Groves & S. Hughes [2, 14, 21].

Чаще других фигурируют данные, согласно которым альтернариоз на картофеле вызывают 2 вида: *A. solani* и *A. alternata* [7, 8, 18], в других источниках добавлен третий вид *A. tenuissima* [2, 7, 20]. При этом основным возбудителем альтернариоза, например, в России считают фитопатогенный вид *A. solani* [4], в Бразилии – *A. grandis* [16], а виды *A. alternata* и *A. tenuissima* относят к слабопатогенным, поражающим ослабленные и поврежденные растения, чаще всего в конце вегетационного периода и нередко вызывающим вторичные инфекции на фоне других заболеваний [7, 12]. Некоторые авторы указывают, что виды *A. alternata* и *A. tenuissima* являются неспециализированными возбудителями болезни [19].

Зачастую исследователи-практики определяют вид возбудителя альтернариоза, оценивая только симптомы болезни. При этом в расчет не берется то обстоятельство, что на листьях картофеля могут также поселяться и другие несовершенные грибы, вызывая схожие внешние признаки проявления [2]. А для эффективной защиты культуры от альтернариоза важно правильно идентифицировать патогенов, поскольку в некоторых случаях при анализе листьев с типичными для альтернариоза симптомами, грибы рода *Alternaria* не были обнаружены, а заражение было вызвано фитопатогенным грибом *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) [1].

Обширные исследования видового состава грибов рода *Alternaria* в России выявили высокую изменчивость возбудителей альтернариоза, позволяющую им быстро приспосабливаться к новым устойчивым сортам растений и фунгицидам, а также показали преобладание в патогенном комплексе мелкоспоровых видов. Ученые связывают это с повсеместным применением манкоцеба, обладающего значительно более высокой эффективностью против *A. solani*, а также с массовым возделыванием сортов, восприимчивых к альтернариозу [6]. Как известно в Республике Беларусь действующее вещество манкоцеб входит

в состав многих двухкомпонентных и однокомпонентных фунгицидов и массово применяется в системе защиты картофеля от болезней. Однако исследований по идентификации видового состава грибов рода *Alternaria*, участвующих в фитопатогенезе растений картофеля, не проводилось более 20 лет.

В связи с чем целью нашей работы являлось изучение распространенности и развития альтернариоза в посадках картофеля с уточнением видового состава грибов рода *Alternaria*.

Методика и условия проведения исследований. Изучение распространенности и развития альтернариоза на сортах картофеля проводили в 2021–2022 гг. путем маршрутных обследований посадок культуры в условиях конкурсного испытания и в хозяйствах республики.

Оценку пораженности посадок картофеля болезнью осуществляли на базе Государственных сельскохозяйственных учреждений сортоиспытательных станций (ГСХУ СС) и государственных сортоиспытательных участков (ГСУ), обследуя массивы однократно в 2021 г. в фазе созревание плодов и семян – отмирание (стадия 89–93: ягоды первого соплодия сморщены, семена сортотипичной окраски – большинство листьев пожелтело), дважды за период вегетации в 2022 г.: в фазе развитие соцветий – цветение (стадия 55–67: цветочные почки первого соцветия достигают длины 5 мм – открыты 70 % цветков первого соцветия) и в фазе отмирание (стадия 91–95: начало пожелтения листьев – 50 % листьев бурого цвета). В хозяйствах республики оценка фитопатологического состояния посадок картофеля проводилась в период вегетации с наступления фазы развития соцветий в разные стадии развития растений по общепринятой методике [10]. Так, в 2021 г. учеты осуществляли в стадиях 55–67 и 85–91 (ягоды первого соплодия приобретают коричневую окраску – начало пожелтения листьев), в 2022 г. – стадии 51–69 (видны первые единичные почки (1–2 мм) первого соцветия на главном побеге – конец цветения первого соцветия).

Распространенность и развитие альтернариоза проводили на фоне проведенных защитных мероприятий от болезней, руководствуясь общепринятыми методиками [10].

Исследования по определению видового состава грибов рода *Alternaria* осуществляли в лаборатории защиты овощных культур и картофеля РУП «Институт защиты растений». Экспериментальный материал для анализа был отобран в посадках сортов разных групп спелости при проведении ежегодных обследований и представлял собой образцы листьев с визуальными признаками поражения альтернариозом.

В лабораторных условиях исследуемый материал (по 10 листьев из каждой пробы) отмывали под проточной водой, дезинфицировали

70%-ным этиловым спиртом, промывали дистиллированной водой и помещали во влажную камеру. После появления спороношения осуществляли диагностику патогенов по стандартным в фитопатологии методикам [3, 11] методом микроскопирования и отмечали наличие или отсутствие каждого вида. Дополнительно проводили изоляцию возбудителей в чистую культуру на картофельно-глюкозную агаризованную среду. Чашки инкубировали в термостате при температуре 22–25 °С.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием программного обеспечения MS Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе проведенных маршрутных обследований агроценозов картофеля в 2021–2022 гг. установлено, что доминирующей болезнью в посадках культуры являлся альтернариоз. Так, в 2021 г. средняя распространенность болезни в стадии 89–93 варьировала от 62,0 (Витебский ГСУ) до 100 % (ГСХУ «Кобринская СС», ГСХУ «Мозырская СС» и ГСХУ «Молодечненская СС») (таблица 1).

Максимальное развитие альтернариоза (100 %) с полным поражением и усыханием вегетирующей части растений на всех изучаемых сортах картофеля отмечено на ГСХУ «Мозырская СС». Эпифитотийное развитие болезни установлено на таких сортах как Манифест из ГСХУ «Кобринская СС» (75,0 %), Скарб (55,0 %) и Гарантия (55,0 %) из ГСХУ «Молодечненская СС». При этом следует отметить, что анализ фитопатологической ситуации проведен на фоне фунгицидной защиты от болезни.

На некоторых сортоиспытательных участках картофеля сортов Манифест, Скарб, Рагнеда и Челленджер был поражен альтернариозом в умеренной степени (30,0–50,0 %), однако в большинстве случаев показатель развития болезни не превышал 20,0 %.

Оценка фитосанитарной ситуации в посадках картофеля, произраставшего в условиях конкурсного сортоиспытания, в период вегетации 2022 г. показала, что на отдельных сортах в стадии 55–67 альтернариоз доминировал на листовом аппарате растений. Следует отметить, что при невысокой средней интенсивности развития болезни на уровне 1,0–10,8 % распространенность по республике составила 6,7 (ГСХУ «Мозырская СС») – 48,0 % (ГСХУ «Горецкая СС») (таблица 2).

При этом пораженность единичных сортов, таких как Манифест и Скарб из ГСХУ «Горецкая СС», а также Челленджер из Гродненского ГСУ достигала 100 %. В целом на этот учетный период на фоне проведенных 2–3-кратных фунгицидных обработок в посадках анализируемых сортов картофеля наблюдалась депрессивная степень развития альтернариоза 1,0–25,0 %.

Таблица 1 – Распространенность (R) и развитие (R) альтернариоза картофеля в условиях сортоиспытательных станций и участков (маршрутные обследования, ст. 89-93, 2021 г.)

Сорт	Гродненский ГСУ		ГСУ «Горецкая СС»		Витебский ГСУ		ГСУ «Кобринская СС»		ГСУ «Молодечненская СС»		ГСУ «Мозырская СС»	
	R, %	R, %	R, %	R, %	R, %	R, %	R, %	R, %	R, %	R, %	R, %	R, %
Манифест	30,0	100	50,0	100	1,6	50,0	75,0	100	35,0	100	100	100
Скарб	15,0	80,0	9,7	90,0	9,1	65,0	40,0	100	55,0	100	100	100
Гарантия	7,0	75,0	1,4	90,0	1,8	60,0	10,0	100	55,0	100	100	100
Рагнеда	5,0	70,0	0,6	85,0	6,3	70,0	35,0	100	20,0	100	100	100
Челленджер	7,0	90,0	4,5	95,0	1,3	47,0	15,0	100	40,0	100	100	100
Сапфир	3,0	30,0	7,7	100	8,8	80,0	25,0	100	35,0	100	100	100
Среднее	11,2±10,1	74,2±24,2	12,3±18,8	93,3±6,1	4,8±3,7	62,0±12,4	33,3±23,4	100±0,0	40,0±13,4	100±0,0	100±0,0	100±0,0
Диапазон значений	3,0-30,0	30,0-100	0,6-50,0	85,0-100	1,3-9,1	47,0-80,0	10,0-75,0	100-100	20,0-55,0	100-100	100-100	100-100

Примечание – представлены средние значения ± стандартное отклонение.

Таблица 2 – Распространенность (Р) и развитие (R) альтернариоза картофеля в условиях соргониспытательных станций и участков (маршрутные обследования, 2022 г.)

Сорт	Гродненский ГСУ		ГСХУ «Горещая СС»		Витебский ГСУ		ГСХУ «Кобринская СС»		ГСХУ «Молодечненская СС»		ГСХУ «Мозырская СС»	
	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %
Манifest	0,0	0,0	15,0	100	5,0	5,0	1,0	10,0	1,0	10,0	1,0	10,0
Скарб	1,0	35,0	25,0	100	3,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Красавік	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	25,0
Раггела	0,0	0,0	5,0	15,0	10,0	15,0	5,0	40,0	5,0	40,0	2,0	5,0
Челленджер	5,0	100	10,0	25,0	5,0	30,0	5,0	15,0	5,0	15,0	0,0	0,0
Сапфир	0,0	0,0	10,0	15,0	0,0	0,0	7,0	30,0	7,0	3,0	0,0	0,0
Среднее	1,0± 2,0	22,5± 40,5	10,8± 8,6	42,5± 45,2	4,7± 3,3	10,8± 10,7	3,0± 3,0	15,8± 16,3	3,0± 3,0	11,3± 15,3	1,3± 2,0	6,7± 9,8
Диапазон значений	0,0-5,0	0,0-100	0,0-25,0	0,0-100	0,0-10,0	0,0-30,0	0,0-7,0	0,0-40,0	0,0-7,0	0,0-40,0	0,0-5,0	0,0-25,0
ст. 55-67												
Манifest	-	-	70,0	100	45,0	100	90,0	100	20,0	85,0	35,0	100
Скарб	-	-	60,0	100	40,0	95,0	45,0	90,0	70,0	100	20,0	80,0
Красавік	-	-	25,0	90,0	10,0	55,0	85,0	100	60,0	90,0	30,0	85,0
Раггела	-	-	3,0	20,0	35,0	80,0	45,0	80,0	10,0	70,0	50,0	100
Челленджер	-	-	20,0	90,0	15,0	35,0	10,0	45,0	70,0	85,0	7,0	25,0
Сапфир	-	-	15,0	70,0	40,0	100	30,0	80,0	40,0	75,0	20,0	85,0
Среднее	-	-	32,2 ± 26,6	78,3± 30,6	30,8± 14,6	77,5± 27,0	50,8± 31,2	82,5± 20,4	45,0± 25,9	84,2± 10,7	27,0± 14,8	79,2± 27,8
Диапазон значений	-	-	3,0-70,0	20,0-100	10,0-45,0	35,0-100	10,0-90,0	45,0-100	10,0-70,0	70,0-100	7,0-50,0	25,0-100

ст. 91-95

Примечания – («») учет не проводили. Представлены средние значения ± стандартное отклонение

В дальнейшем при обследовании посадок картофеля к концу периода вегетации в стадии 91–95 отмечено массовое поражение растений картофеля альтернариозом. В среднем по сортам распространенность болезни существенно возросла, варьируя от 77,5 (Витебский ГСУ) до 84,2 % (ГСХУ «Молодечненская СС») при развитии на уровне 27,0 (ГСХУ «Мозырская СС») – 50,8 % (ГСХУ «Кобринская СС»). Максимальная степень поражения альтернариозом отмечена в посадках картофеля из ГСХУ «Молодечненская СС» и ГСХУ «Кобринская СС», составляя в среднем 45,0 и 50,8 % соответственно.

На сортах Манифест (ГСХУ «Горецкая СС» и ГСХУ «Кобринская СС»), Скарб (ГСХУ «Горецкая СС» и ГСХУ «Молодечненская СС»), Красавік (ГСХУ «Кобринская СС» и ГСХУ «Молодечненская СС»), Челленджер (ГСХУ «Молодечненская СС») выявлено эпифитотийное развитие болезни на вегетативной массе растений, достигающее 90,0 %. Депрессивное поражение от 3,0 до 25,0 % отмечено на большинстве сортов в ГСХУ «Горецкая СС».

Несмотря на повсеместную распространенность альтернариоза к концу периода вегетации в посадках картофеля наблюдалась дифференциация сортов по степени поражения растений болезнью. Так, в годы исследований среди проанализированных сортов на данный период учета преобладали образцы с депрессивной степенью поражения альтернариозом – 55,6 и 40,0 % от числа обследованных (рисунок 1).

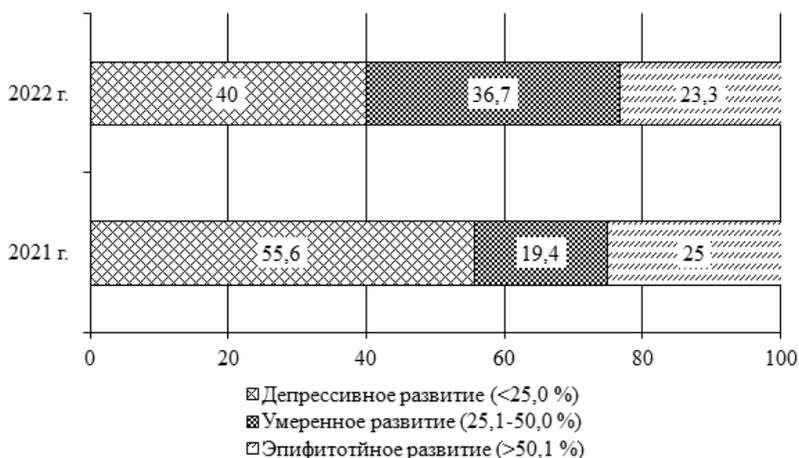


Рисунок 1 – Структура сортов по степени поражения растений картофеля альтернариозом в конце периода вегетации в условиях конкурсного испытания (маршрутное обследование, ст. 89–95)

Следует отметить, что в условиях 2021 г. умеренное развитие болезни фиксировалось реже, охватывая к концу периода вегетации лишь 19,4 % изучаемых сортов против 36,7 % в 2022 г. В то время как эпифитотийная степень поражения альтернариозом в посадках проявлялась ежегодно с одинаковой частотой, наблюдаясь в исследуемые годы у 25,0 и 23,3 % сортов картофеля от числа обследованных.

Проведенный мониторинг фитосанитарной ситуации в производственных массивах возделываемых сортов также свидетельствует о повсеместном поражении растений альтернариозом. Более низкая интенсивность развития болезни отмечена в фазе развитие соцветий – цветение. Так, в 2021 г. при учете в стадии 55–67 преобладала незначительная степень поражения вегетирующих растений, не превышающая 1,8 % (таблица 3).

Однако на единичных сортах наблюдалось более высокое развитие болезни, составляющее 5,0, 10,0 и 20,0 %. Умеренную степень болезни с поражением 35,0 % ботвы отмечали на сорте Винета. В среднем развитие альтернариоза составило 8,5 % при распространенности 35,4 %. В стадии 85–91 чаще фиксировали эпифитотию болезни с развитием 65,0–85,0 % и распространенностью на уровне 100 %.

Аналогичная тенденция развития альтернариоза с преобладанием депрессивной степени поражения ботвы установлена в 2022 г., когда растения находились в стадии 51–69. На вегетативной массе большинства обследованных сортов картофеля развитие болезни колебалось от 1,0 до 15,0 %. При этом встречались посадки без признаков альтернариоза или с поражением растений на уровне 40,0 % (Палац, Першацвет).

Таблица 3 – Распространенность и развитие альтернариоза картофеля в производственных посадках республики (маршрутные обследования)

Сорт	Район	Стадия развития растений по шкале ВВСН	Развитие, %	Распространенность, %
2021 г.				
Бриз	Дзержинский	ст. 55–67	1,0	30,0
Манифест			1,8	45,0
Прада	Барановичский		1,0	2,0
Ред леди			5,0	25,0
Винета			35,0	100
Вега			20,0	50,0
Коннект			1,5	7,0
Скарб			Минский	1,0
Бриз	10,0			55,0
Среднее			8,5±11,8	35,4±31,3

Продолжение таблицы 3

Сорт	Район	Стадия развития растений по шкале ВВСН	Развитие, %	Распространенность, %
Скарб	Кировский	ст. 85–91	85,0	100
Мемфис			65,0	100
Королева Анна			85,0	100
Манифест	Светлогорский		25,0	100
Среднее			65,0±28,3	100±0,0
2022 г.				
Десятка	Молодечненский	ст. 51–69	0,0	0,0
Коломбо			0,0	0,0
Палац			0,0	0,0
Роси			0,0	0,0
Скарб	Витебский		0,0	0,0
Лилли	Кировский		0,0	0,0
Мемфис			0,0	0,0
Челленжер			5,0	30,0
Гала	Кобринский		0,0	0,0
Кроне			1,0	3,0
Бриз	Минский		9,0	87,5
Скарб			1,0	1,0
Королева Анна			7,0	18,2
Лилли			7,0	11,0
Манифест			3,0	25,0
Прада			2,0	15,0
Ред леди		0,0	0,0	
Манифест		5,0	15,0	
Янка	Мостовский	0,0	0,0	
Астерикс	Толочинский	0,1	1,0	
Гала		13,8	36,3	
Десятка		0,0	0,0	
Инноватор		15,0	35,0	
Лад		10,0	25,0	
Мастак		2,5	12,5	
Нара		15,0	60,0	
Палац		40,0	100,0	
Першацвет		40,0	100,0	
Челленжер	1,0	30,0		
Среднее			6,1±10,5	20,9±30,0

Примечание – представлены средние значения ± стандартное отклонение

В ходе лабораторного анализа растительных проб, собранных в результате маршрутных обследований с пораженных растений кар-

тофеля, на изучаемых сортах отмечено видовое разнообразие грибов рода *Alternaria* и установлена высокая частота их встречаемости. При этом выделены как мелкоспоровые, так и крупноспоровые изоляты *Alternaria* spp.: *A. alternata*, *A. tenuissima* и *A. solani*.

Полученные в 2021 г. результаты свидетельствуют о том, что доминирующим грибом, обнаруженным в большинстве растительных проб из всех обследованных мест, является вид *A. alternata*, встречаемость которого среди анализируемых сортообразцов картофеля составила 77,8 % (таблица 4).

Таблица 4 – Видовой состав грибов рода *Alternaria*, выделенный из растительных образцов картофеля (лабораторные опыты, РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

Организация	Сорт	<i>A. alternata</i>	<i>A. solani</i>	<i>A. tenuissima</i>	<i>Alternaria</i> spp.
Гродненский ГСУ	Манифест	–	–	–	+
	Скарб	–	+	–	+
	Гарантия	+	+	–	–
	Рагнеда	–	–	+	–
	Челленджер	–	–	–	+
ГСХУ «Горецкая СС»	Сапфир	–	–	–	+
	Манифест	+	+	+	+
	Скарб	+	–	+	–
	Гарантия	+	–	–	–
	Рагнеда	+	–	–	–
	Челленджер	+	+	–	–
Витебский ГСУ	Сапфир	+	+	–	+
	Манифест	+	–	+	–
	Скарб	–	–	–	–
	Гарантия	–	–	+	+
	Рагнеда	–	+	+	+
	Челленджер	+	–	–	–
ГСХУ «Кобринская СС»	Сапфир	+	+	–	–
	Манифест	+	+	–	–
	Скарб	+	+	–	–
	Гарантия	+	+	+	–
	Рагнеда	+	–	+	+
	Челленджер	+	+	+	–
ГСХУ «Молодечненская СС»	Сапфир	+	+	+	–
	Манифест	+	+	–	+
	Скарб	+	+	–	+
	Гарантия	+	–	–	+
	Рагнеда	+	+	+	–
	Челленджер	+	–	–	+
ГСХУ «Молодечненская СС»	Сапфир	+	–	–	+
	Манифест	+	–	–	+
	Скарб	+	–	–	+
	Гарантия	+	–	–	+
	Рагнеда	+	+	+	–
	Челленджер	+	–	–	+

Организация	Сорт	<i>A. alternata</i>	<i>A. solani</i>	<i>A. tenuissima</i>	<i>Alternaria spp.</i>
ГСХУ «Мозырская СС»	Манифест	+	+	+	+
	Скарб	+	+	–	+
	Гарантия	+	–	+	+
	Рагнеда	+	+	–	+
	Челленджер	+	+	–	+
	Сапфир	+	–	–	+
Частота встречаемости вида в сортообразцах, %		77,8	52,8	36,1	55,6

Примечания – «+» – наличие возбудителя, «–» – отсутствие возбудителя. Пробы отобраны в фазе созревание плодов и семян – отмирание (ст. 89–93)

Следует также отметить, что при высокой распространенности альтернариоза в посадках картофеля ГСХУ «Горечкая СС», ГСХУ «Кобринская СС», ГСХУ «Молодечненская СС» и ГСХУ «Мозырская СС», достигающей в среднем по сортам 93,3–100 % установлено преобладание мелкоспорового вида *A. alternata* с частотой встречаемости 100 % (рисунок 2).

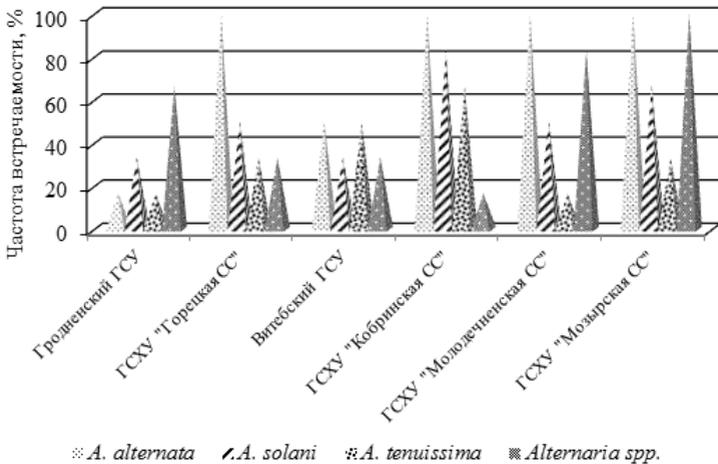


Рисунок 2 – Структура доминирования видов грибов рода *Alternaria*, выделенных с листьев разных сортов картофеля (фаза созревание плодов и семян – отмирание, 2021 г.)

Кроме того, на листьях картофеля в ГСХУ «Горечкая СС» и ГСХУ «Кобринская СС» выявлена высокая встречаемость крупноспорового вида *A. solani*, составляющая 50,0 и 83,3 % соответственно. При этом частота встречаемости данного вида в разрезе всех обследованных сортообразцов картофеля из разных мест достигала 52,8 %.

В литературных данных существуют противоречивые сведения о приоритетной позиции грибов *A. solani* и *A. alternata* в инфекционном процессе. Чаще исследователи констатируют то, что *A. solani* является первичным и основным возбудителем болезни, а *A. alternata* считается слабопатогенным или вторичным сапротрофным видом [14]. Результаты наших исследований свидетельствуют о доминировании *A. alternata* на пораженных листьях картофеля к концу периода вегетации, что возможно связано с физиологическим старением тканей и приурочено к периоду оттока пластических веществ из листьев в клубни.

В последнее время все чаще поражение листьев картофеля ассоциируется с такими видами как *A. arborescens*, *A. arbusti* E.G. Simmons, *A. tenuissima*, *A. infectoria* и т.д. [15, 17]. Подобные изменения также были отмечены нами в ходе проведения лабораторных исследований, выявивших встречаемость вида *A. tenuissima* на уровне 36,1 % от общего количества проанализированных сортообразцов картофеля в 2021 г. При этом на сортах из Витебского ГСУ и ГСХУ «Кобринская СС» данный патоген отмечен с частотой 50,0 и 66,7 % соответственно.

Также на растительном материале картофеля спорадически обнаруживались такие виды как *A. arborescens*, *A. avenicola* и *A. brassicae*, отнесенные к группе *Alternaria* spp. и наиболее часто встречаемые на листовом материале сортов из Гродненского ГСУ (66,7 %), ГСХУ «Молодечненская СС» (83,3 %) и ГСХУ «Мозырская СС» (100 %).

Микологический анализ пораженного растительного материала, собранного в период вегетации 2022 г. в фазе развития соцветий – цветение (ст. 55–67) подтвердил доминирование вида *A. alternata* в структуре патогенного комплекса грибов рода *Alternaria*, встречаемость которого в целом среди проанализированного сортимента сортов составила 44,4 % (таблица 5).

Следует отметить, что гриб *A. alternata* являлся наиболее встречаемым, а иногда и единственным патогеном (например, в посадках картофеля из Гродненского ГСУ), обнаруженным в пораженных растительных пробах независимо от их места сбора.

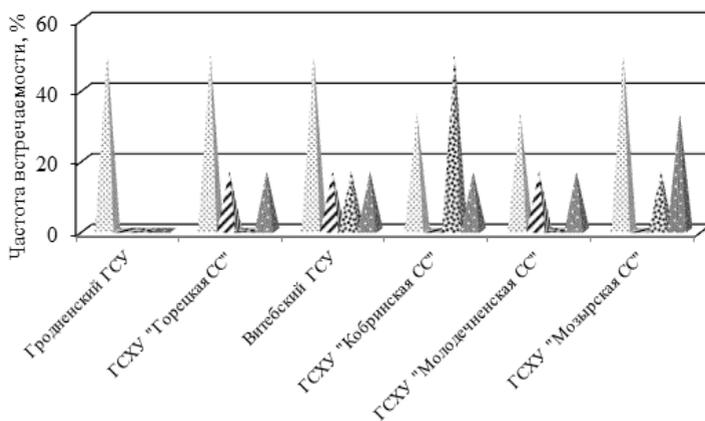
В то же время проведенный лабораторный анализ листьев, собранных в посадках картофеля ГСХУ «Кобринская СС» выявил доминирование гриба *A. tenuissima*, встречаемость которого на обследованных сортах была максимальной и составила 50,0 %. В целом этот мелкоспоровый вид идентифицировался у 13,9 % проанализированных сортообразцов.

Согласно полученным данным второй группой по частоте встречаемости в разрезе изученного сортимента являлась *Alternaria* spp. – 16,7 % с видами *A. arborescens*, *A. avenicola*, *A. brassicae*. Причем в ГСХУ «Мозырская СС» встречаемость данных видов в растительном материале обследованных сортов была значительной и составила 33,3 %.

Таблица 5 – Видовой состав грибов рода *Alternaria*, выделенный из растительных образцов картофеля (лабораторные опыты, РУП «Институт защиты растений», 2022 г.)

Организация	Сорт	<i>A. alternata</i>	<i>A. solani</i>	<i>A. tenuissima</i>	<i>Alternaria</i> spp.
Гродненский ГСУ	Манифест	–	–	–	–
	Скарб	+	–	–	–
	Красавік	+	–	–	–
	Рагнеда	–	–	–	–
	Челленжер	+	–	–	–
	Сапфир	–	–	–	–
ГСХУ «Горечкая СС»	Манифест	+	–	–	–
	Скарб	+	–	–	–
	Красавік	–	–	–	–
	Рагнеда	–	+	–	–
	Челленжер	–	–	–	+
	Сапфир	+	–	–	–
Витебский ГСУ	Манифест	+	–	–	–
	Скарб	+	–	–	–
	Красавік	–	+	–	–
	Рагнеда	–	–	–	+
	Челленжер	+	–	+	–
	Сапфир	–	–	–	–
ГСХУ «Кобринская СС»	Манифест	+	–	+	–
	Скарб	–	–	–	–
	Красавік	–	–	–	+
	Рагнеда	+	–	–	–
	Челленжер	–	–	+	–
	Сапфир	–	–	+	–
ГСХУ «Молодечненская СС»	Манифест	+	–	–	–
	Скарб	–	–	–	–
	Красавік	–	–	–	–
	Рагнеда	–	–	–	+
	Челленжер	–	+	–	–
	Сапфир	+	–	–	–
ГСХУ «Мозырская СС»	Манифест	+	–	–	+
	Скарб	–	–	–	–
	Красавік	+	–	–	–
	Рагнеда	+	–	+	+
	Челленжер	–	–	–	–
	Сапфир	–	–	–	–
Частота встречаемости вида в сортообразцах, %		44,4	8,3	13,9	16,7

Примечания – «+» – наличие возбудителя, «–» – отсутствие возбудителя. Пробы отобраны в фазе развития соцветий – цветение (ст. 55–67)



⊛ *A. alternata* ▨ *A. solani* ⊞ *A. tenuissima* ■ *Alternaria spp.*

Рисунок 3 – Структура доминирования видов грибов рода *Alternaria*, выделенных с листьев разных сортов картофеля (фаза развитие соцветий – цветение, 2022 г.)

На изученных сортообразцах картофеля наименьший процент встречаемости (8,3 %) среди грибов рода *Alternaria* характерен для крупноспорового вида *A. solani*. Не обнаружено данного патогена на листьях картофеля из Гродненского ГСУ, ГСХУ «Кобринская СС» и ГСХУ «Мозырская СС».

Анализ пораженных растительных проб, отобранных к концу периода вегетации 2022 г. в фазе отмирание (ст. 91–95) показал существенное увеличение частоты встречаемости грибов рода *Alternaria*. Преобладающей группой являлись мелкоспоровые виды *A. alternata* и *A. tenuissima*, встречаемость которых на сортообразцах картофеля достигла 93,3 и 70,0 % соответственно (таблица 6).

Гриб *A. solani* выделялся с частотой 33,3 %, причем на растительном материале совершенно других сортов картофеля по сравнению с идентификацией, проведенной в фазе развитие соцветий – цветение. В то же время спорадически определялись виды *A. avenicola*, *A. brassicae*, которые уже были обнаружены при исследовании листовых проб, отобранных в более ранний период вегетации и гриб *A. infectoria*. Также на ГСХУ «Кобринская СС» был выявлен вид *A. longissima*, отнесенный к группе *Alternaria spp.*, частота встречаемости которой на данный учетный период составила 56,6 %.

К концу вегетации картофеля в структуре грибов рода *Alternaria* сохранилась тенденция доминирования вида *A. alternata*, достигая 100 % встречаемости в большинстве обследованных мест (рисунок 4).

И лишь в условиях ГСХУ «Мозырская СС» гриб отмечен реже (66,7 %) в разрезе анализируемых сортов. Одновременно наиболее

широко представлено разнообразие других видов, отнесенных к группе *Alternaria* spp. Высокая встречаемость на вегетативной массе растений характерна была для гриба *A. tenuissima*, частота встречаемости которого колебалась от 50,0 до 100 %. Крупноспорный вид *A. solani* встречался повсеместно, но с более низкой частотой 16,7–50,0 %.

Таблица 6 – Видовой состав грибов рода *Alternaria*, выделенный из растительных образцов картофеля (лабораторные опыты, РУП «Институт защиты растений», 2022 г.)

Организация	Сорт	<i>A. alternata</i>	<i>A. solani</i>	<i>A. tenuissima</i>	<i>Alternaria</i> spp.
ГСХУ «Горечая СС»	Манифест	+	+	–	+
	Скарб	+	–	+	+
	Красавик	+	–	+	+
	Рагнеда	+	–	–	–
	Челленджер	+	+	+	+
	Сапфир	+	–	–	–
Витебский ГСУ	Манифест	+	+	+	+
	Скарб	+	+	+	+
	Красавик	+	+	+	–
	Рагнеда	+	–	+	+
	Челленджер	+	–	+	–
	Сапфир	+	–	–	–
ГСХУ «Кобринская СС»	Манифест	+	+	+	+
	Скарб	+	–	+	–
	Красавик	+	–	+	–
	Рагнеда	+	–	+	+
	Челленджер	+	–	+	+
	Сапфир	+	+	+	+
ГСХУ «Молодечненская СС»	Манифест	+	+	+	–
	Скарб	+	+	–	–
	Красавик	+	–	+	–
	Рагнеда	+	–	+	–
	Челленджер	+	–	+	–
	Сапфир	+	–	–	+
ГСХУ «Мозырская СС»	Манифест	+	–	–	+
	Скарб	+	–	+	–
	Красавик	+	–	+	+
	Рагнеда	+	+	+	+
	Челленджер	–	–	–	+
	Сапфир	–	–	–	+
Частота встречаемости вида в сортообразцах, %		93,3	33,3	70,0	56,6

Примечания – «+» – наличие возбудителя, «–» – отсутствие возбудителя. Пробы отобраны в фазе отмирания (ст. 91–95)

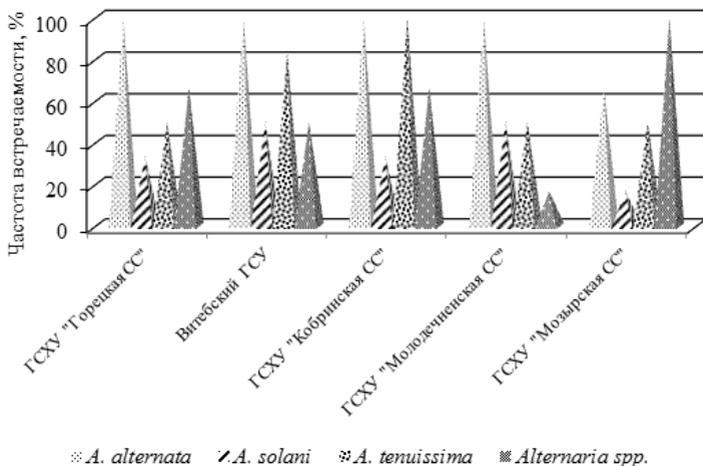


Рисунок 4 – Структура доминирования видов грибов рода *Alternaria*, выделенных с листьев разных сортов картофеля (фаза отмирание, 2022 г.)

Заключение. В результате проведенных маршрутных обследований агроценозов картофеля установлено, что в посадках культуры ежегодно отмечается поражение растений альтернариозом. В период вегетации распространенность болезни значительно варьировала в зависимости от места возделывания и года исследований, достигая в условиях конкурсного испытания в среднем 40,8 % к фазе развитие соцветий – цветение и 100 % к фазе созревание плодов и семян – отмирание. В производственных условиях на единичных сортах картофеля пораженность растений болезнью на уровне 100 % отмечена уже к фазе развитие соцветий – цветение.

Установлена различная степень поражения альтернариозом посадок картофеля. Преимущественно депрессивное развития болезни наблюдалась к середине вегетации культуры (фаза развитие соцветий – цветение), как в условиях конкурсного испытания, так и в хозяйствах республики, варьируя от 1,0 до 10,8 % и от 1,0 до 20,0 % соответственно. К фазе отмирание отмечена дифференциация сортов по степени поражения их болезнью. В годы исследований в условиях конкурсного испытания доля сортов с депрессивной степенью поражения вегетативной массы растений составляла 40,0 и 55,6 %, умеренной – 19,4 и 36,7 % и эпифитотийной – 23,3 и 25,0 %.

Лабораторный анализ листовых проб, отобранных с пораженных растений картофеля, свидетельствует о разнообразии грибов рода *Alternaria*, представленном как мелко- так и крупноспоровыми видами, частота встречаемости которых возрастает к концу вегетации культуры.

Независимо от стадии развития, места произрастания и сорта картофеля наиболее выявляемым грибом являлся *A. alternata*, встречаемость которого среди всех изученных сортообразцов составила 44,4–77,8 %. Вторым по частоте встречаемости отмечен вид *A. tenuissima* – 13,9–70,0 %. Процент встречаемости крупноспорного вида *A. solani* составил 8,3–52,8 %. Также в исследуемых растительных пробах спорадически идентифицировались такие виды как *A. arborescens*, *A. avenicola*, *A. brassicae*, *A. infectoria* и *A. longissima*, отнесенные к группе *Alternaria* spp., встречаемость которой достигала 16,7–56,6 %.

Список литературы

1. Виды рода *Alternaria* и *Colletotrichum coccodes* в листьях картофеля в Европейской части России / Л. Ю. Кокаева [и др.] // Защита картофеля. – 2017. – № 4. – С. 27–32.
2. Ганнибал, Ф. Б. Видовой состав, таксономия и номенклатура возбудителей альтернариоза листьев картофеля / Ф. Б. Ганнибал // Лаборатория микологии и фитопатологии им. А. А. Ячевского ВИЗР. История и современность / Под ред. А. П. Дмитриева. – СПб.: ВИЗР, 2007. – С. 142–148.
3. Ганнибал, Ф. Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*: метод. пособие / Ф. Б. Ганнибал; науч. ред. М. М. Левитин. – СПб., 2011. – 70 с.
4. Ганнибал, Ф. Б. Оценка устойчивости селекционного материала крестоцветных и паслёновых культур к альтернариозам: метод. пособие / Ф. Б. Ганнибал, Е. Л. Гасич, А. С. Ордина; под ред. М. М. Левитина. – СПб.: ГНУ ВИЗР Россельхозакадемии, 2011. – 50 с.
5. Динамика видовой состава патогенов картофеля в европейской части РФ / А. Н. Игнатов [и др.] // Картофель и овощи. – 2019. – № 9. – С. 28–32.
6. Еланский, С. Н. Видовой состав и структура популяций возбудителей фитофтороза и альтернариоза картофеля и томатов: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.02.12 / С. Н. Еланский; МГУ им. М. В. Ломоносова. – Москва, 2012. – 46 с.
7. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск: Белпринт, 2005. – 696 с.
8. Козловский, Б. Е. Альтернариоз на картофеле становится более вредоносным / Б. Е. Козловский, А. В. Филиппов // Защита и карантин растений. – 2007. – № 5. – С. 12–13.
9. Мельникова, Е. С. Вредоносность альтернариоза картофеля как основного биологического ресурса агроценоза Воронежской области / Е. С. Мельникова, Е. А. Мелькумова, М. Аль Мохаммад // Вестн. Воронеж. гос. аграр. ун-та. – 2016. – № 1 (48). – С. 29–34.
10. Методические указания по проведению регистрационных испытаний фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; ред. С. Ф. Буга; рец.: В. Л. Налобова, В. А. Тимофеева. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 511 с.
11. Микроорганизмы – возбудители болезней растений / И. В. Билай [и др.]; под ред. В. И. Билай. – Киев: Наук. думка, 1988. – 552 с.
12. Опарина, А. С. Проблемы идентификации возбудителей альтернариоза пасленовых / А. С. Опарина, Ф. Б. Ганнибал // Современные иммунологические исследования, их роль в создании новых сортов и интенсификации растениеводства: материалы Всерос. науч.-производ. конф., (Большие Вяземы, Моск. обл., 18 нояб. 2009 г.) / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т фитопатологии; ред.: С. С. Санин, А. А. Макаров. – Большие Вяземы, 2009. – С. 200–203.
13. Ордина, А. С. Видовой состав возбудителей альтернариоза пасленовых культур на территории России: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.12 / А. С. Ордина; Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – СПб., 2011. – 19 с.

14. Орина, А.С. Видовое разнообразие, биологические особенности и география грибов рода *Alternaria*, ассоциированных с растениями семейства *Solanaceae* / А. С. Орина, Ф. Б. Ганнибал, М. М. Левитин // Микология и фитопатология. – 2010. – Т. 44, № 2. – С. 150–159.
15. Characterization of *Alternaria* species associated with potato foliar diseases in China / H. H. Zheng [et al.] // Plant Pathol. – 2015. – № 64. – P. 425–433.
16. First report of *Alternaria tomatophila* and *A. grandis* causing early blight on tomato and potato in Brazil / T. Rodrigues [et al.] // New Disease Reports. – 2010. – Т. 22. – С. 28–28.
17. Identification and enumeration of small-spored *Alternaria* species associated with potato in the US Northwest / L. S. Tymon [et al.]. – Plant Dis. – 2016. – № 100. – P. 465–472.
18. Osowski, J. Potrzeba i mozliwosci zwalczania alternariozy ziemniaka / J. Osowski // Ziemniak Polski. – 2001. – № 2. – S. 19–21.
19. Raya, P. First report of *Alternaria tenuissima* causing leaf spot and fruit rot on eggplant in India / P. Raya, A. V. Reddy, S. Allam // Plant pathol. – 2006. – Vol. 55. – P. 579.
20. Simmons, E. G. *Alternaria: an identification Manual* / E. G. Simmons. – Utrecht : CBS Fungal Biodiversity Centre, 2007. – 775 p.
21. Species associated with early blight epidemics on tomato and other *Solanaceae* crops in northwestern Algeria / N. Bessadat [et al.] // European J. of Plant Pathol. – 2017. – Vol. 148. – P. 181–197.

V.I. Khalaeva, I.G. Volchkevich, A.V. Patrakeeva
RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region

SPECIES DIVERSITY OF FUNGI OF THE GENUS ALTERNARIA ASSOCIATED WITH POTATO PLANTS

Annotation. An assessment of the phytosanitary condition of potato plantings grown under the conditions of a competitive test showed the widespread prevalence of *Alternaria* blight, reaching on average of 40,8% by the phase of inflorescence development – flowering and 100% by the phase of ripening of fruits and seeds – dying. Under production conditions, on single potato varieties, 100% plant infestation with the disease was noted already by the inflorescence development – flowering. During the growing season of the crop, variations in the development of *Alternaria* blight on potato tops were detected, with the preservation of differentiation of potato varieties according to the degree of their damage to the dying phase. Under the conditions of variety testing stations, the proportion of varieties with a depressed degree of damage to the vegetative mass of plants in 2021 and 2022 was 40,0 and 55,6%, moderate – 19,4 and 36,7% and epiphytotic – 23,3 and 25,0%, respectively. The species diversity of fungi of the genus *Alternaria* Nees was noted. Frequency of occurrence of the species *A. alternata* (Fr.) Keissl. was 44,4–77,8 %, *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire – 13,9–70,0 %, *A. solani* Sorauer – 8,3–52,8 %, species of *A. arborescens* E.G. Simmons, *A. avenicola* E.G. Simmons, Kosiak & Kwasna, *A. brassicae* (Berk.) Sacc., *A. infectoria* E.G. Simmons and *A. longissima* E.G. Simmons, classified as *Alternaria* spp. – 16,7–56,6 %.

Key words: potato, cultivar, development phase, alternariosis (*Alternaria* blight), prevalence, development, small-spored species, large-spored species, occurrence.