

2. Баздырев, Г. И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений: учеб. пособие / Г. И. Баздырев. – М.: Колос, 2004. – 328 с.
3. Сорные растения и совершенствование химического метода борьбы с ними в посевах кукурузы / А. В. Шашкевич [и др.]; РУП «Институт защиты растений». – Минск: Колорград, 2020. – 316 с.
4. Пропалываем яровые / С. В. Сорока [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2013. – № 5 (133). – С. 61.
5. Груздев, Г. С. Научные основы разработки комплексных мер борьбы с сорняками в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / Г. С. Груздев // Борьба с сорняками при возделывании сельскохозяйственных культур. – М., 1988. – С. 3–8.
6. Захаренко, В. А. Экономические аспекты применения гербицидов в растениеводстве / В. А. Захаренко // Актуальные вопросы борьбы с сорными растениями. – М., 1980. – С. 26–34.
7. Угрюмов, Е. П. Биологические пороги вредоносности и критические периоды вредоносности сорняков в агроценозах Северо-Кавказского региона / Е. П. Угрюмов, Р. Н. Денисенкова, А. П. Савва // Состояние и развитие гербологии на пороге XXI столетия: материалы второго Всерос. науч.-произв. совещ. (ВНИИФ, 17–20 июля 2000 г.) – Голицино, 2000. – С. 48–49.
8. Методы учета и пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур: справочник / РУП «Институт защиты растений»; под ред. А. А. Запрудского, Е. А. Якимович. – Минск: Колорград, 2022. – 59 с.
9. Методические указания по изучению экономических порогов и критических периодов вредоносности сорняков в посевах сельскохозяйственных культур / подгот. Г. С. Груздев [и др.]. – М., 1985. – 23 с.
10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

УДК 635.21:[632.35+632.4]

Пораженность инфекционными болезнями клубней картофеля

В. И. Халаева, И. Г. Волчкевич, кандидаты с.-х. наук,
М. В. Конопацкая, старший научный сотрудник, **А. В. Патракеева**, младший научный сотрудник
РУП «Институт защиты растений»

(Дата поступления статьи в редакцию 07.02.2024)

В статье представлены результаты пораженности гнилями клубней к концу хранения картофеля. Установлено, что доминирующими являются гнили грибной этиологии в чистом виде, встречаемость которых в среднем за годы исследований составила 85,9–97,6 и 87,3–95,9 % соответственно. Наиболее распространенной болезнью стала сухая фузариозная гниль. Доля бактериальных гнилей варьировала от 2,4 до 14,1 %. На клубнях картофеля отмечены симптомы мокрой гнили с распространенностью до 1,1 %. Встречаемость смешанных гнилей составила 4,1–12,7 %, при этом доминирующими (88,5–100 %) были болезни бактериально-грибной/псевдогрибной этиологии.

The paper presents the results of potato tubers rottenness by the end of storage. It's established that rots of fungal etiology in a pure form were dominant and their occurrence over the years of the research on average was 85.9–97.6 and 87.3–95.9 %, respectively. The most common disease was fusarium dry rot. The share of bacterial rots varied from 2.4 to 14.1%. The symptoms of wet rot were noted on potato tubers with a prevalence of up to 1.1%. The occurrence of mixed rots was 4.1–12.7 % with dominant diseases (88.5–100%) of bacterial-fungal/pseudofungal etiology.

Введение

Известно, что в формировании высоких и стабильных урожаев картофеля большое значение принадлежит клубням. Вегетативное размножение, химический состав (большая часть веществ, содержащихся в картофеле, растворена в воде и легкодоступна для микроорганизмов) и длительный период хранения клубней создают благоприятные условия для развития и накопления возбудителей болезней [15], которые существуют на всех этапах онтогенеза культуры как в явной, так и в скрытой форме [3]. Наиболее распространенным проявлением инфекционных болезней на клубнях являются гнили грибной/псевдогрибной и бактериальной этиологии.

Следует отметить, что пути инфицирования клубней разнообразны. Так, некоторые возбудители поражают растения в период вегетации и передаются клубням нового урожая, другие проникают из почвы, третьи – от маточного клубня, четвертые – путем пе-

резаражения (при прямом контакте или воздушным путем) в период уборки, транспортировки или хранения [9]. Причем на клубнях, особенно к концу хранения, отмечается комплексное поражение грибной или микобактериальной инфекцией. Иногда симптомы одного заболевания могут напоминать признаки другого, изменяться как под воздействием самих микроорганизмов и их видового состава, так и других факторов (температура, условия хранения и т. д.). Химические процессы взаимодействия между патогенами часто приводят к усилению их агрессивности и, соответственно, увеличению вредоносности. Так, при смешанных инфекциях грибов/псевдогрибов и бактерий синергизм отмечен при инфицировании клубней видами рода *Fusarium* и возбудителями черной ножки при +5...+20 °С, фитофторозно-бактериальном поражении – при +15...+20 °С, фомозно-бактериальном – при +10 °С. Грибные компоненты усиливают действие один другого при +15...+20 °С, однако между возбудителями фомоза и фитофтороза при любых темпера-

турах наблюдаются антагонистические взаимоотношения [4].

Чтобы существенно снизить развитие опасных фитосанитарных ситуаций в период вегетации с помощью проведения системы мероприятий, необходимо изучить патогенные комплексы на клубнях путем проведения ежегодной экспертизы семенного материала в весенний период. Следовательно, мониторинг фитопатологического состояния семенного картофеля, заложенного на хранение в хозяйствах республики, путем проведения маршрутных обследований очень актуален.

Условия и методика исследований

Материалом для исследований являлись клубни сортов картофеля отечественной и зарубежной селекции, отобранные для фитосанитарной экспертизы от партий, прошедших осенне-зимне-весенний период хранения в типовых хранилищах базовых хозяйств из Южной, Центральной и Северной агроклиматических зон республики. Ежегодно было задействовано от 30 до 40 сортообразцов картофеля: 2020 г. – 30, 2021 г. – 38, 2022 г. – 36 и 2023 г. – 40. Отбор проб осуществляли следующим образом: от каждой партии картофеля массой 10 т точно не менее чем из 10 разных мест насчитывали образец в 200 клубней; на каждые следующие 10 т дополнительно отбирали по 50 клубней не менее чем из 4 мест (на глубине 20–30 см брали подряд без выбора одинаковое число клубней) [6].

Отобранную пробу отмывали и визуально осматривали клубни на наличие признаков болезней. С целью получения большего объема научных данных учет пораженности клубней болезнями проводили, не придерживаясь их вредоносности, т. е. на каждом клубне оценивали все проявления инфекционных заболеваний. Распространенность болезней устанавливали в соответствии с общепринятыми в фитопатологических исследованиях методиками и выражали в процентах к общему числу клубней в образце [10]. Болезни внутри определяли путем продольного разрезания 100 клубней. В отдельных случаях визуальный метод диагностики болезни подтверждали путем микроскопирования тканей.

Для характеристики структуры встречаемости гнилей использовали показатель процентного соотношения проявления болезней в чистом и смешанном виде, а также их этиологии: бактериальную, грибную/псевдогрибную [11].

Результаты исследований и их обсуждение

В результате оценки фитосанитарного состояния образцов картофеля в конце периода хранения обнаружены инфекционные болезни, проявляющиеся на клубнях как в чистом (моноинфекция), так и смешанном виде (комплексная инфекция) по типу гнилей. Установлено, что в среднем за годы исследований в отобранных пробах клубней отмечено доминирование заболеваний в чистом виде, встречаемость которых была высокой во всех агроклиматических зонах и варьировала от 87,3 до 95,9 % (рисунок 1).

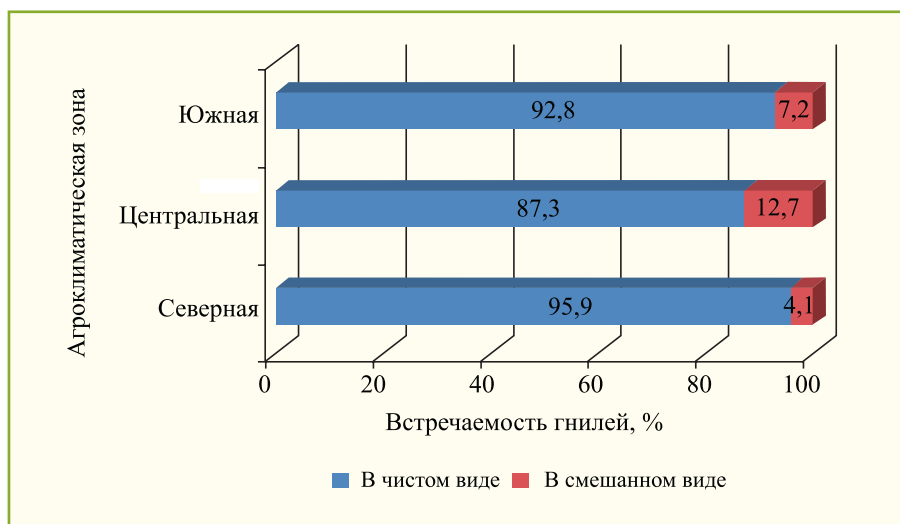


Рисунок 1 – Структура встречаемости моно- и смешанных гнилей на клубнях картофеля (маршрутные обследования, среднее за 2020–2023 гг.)

Следует отметить, что, исходя из литературных данных, в период хранения значительное распространение получают смешанные гнили в связи с механизированной уборкой, послеуборочной доработкой и транспортировкой картофеля, во время которых происходит травмирование клубней и их перезаражение [13, 11]. Однако по результатам наших исследований визуальное проявление смешанных гнилей отмечалось реже в анализируемых пробах и на их долю приходилось от 4,1 до 12,7 %.

Анализ данных, полученных в ходе проведения маршрутных обследований, показал, что среди гнилей в чистом виде на клубнях картофеля преобладали болезни грибной этиологии, встречаемость которых достигала значительных величин, варьируя от 85,9 до 97,6 % (рисунок 2).

При этом доминирующим заболеванием к концу хранения являлась фузариозная сухая гниль, вызываемая грибами рода *Fusarium*. В годы исследований пораженность клубней болезнью составила 6,2–11,1 % (таблица).

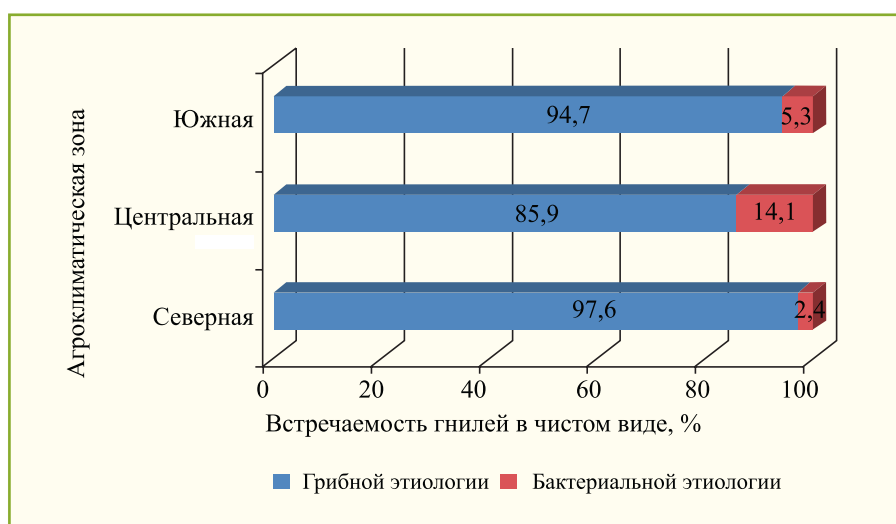


Рисунок 2 – Дифференциация этиологии клубневых гнилей картофеля (маршрутные обследования, среднее за 2020–2023 гг.)

Таблица – Распространенность болезней на клубнях картофеля в конце хранения (маршрутные обследования, среднее за 2020–2023 гг.)

Агроклиматическая зона	Распространенность гнилей, %						
	в чистом виде				в смешанном виде		
	Грибные			Бактериальные	Фузариозно-бактериальная	Фитофторозно-бактериальная	Фитофторозно-фузариозная
	Фузариозная сухая	Фомоз	Антракноз	Мокрая			
Северная	10,5	1,5	0,0	0,3	0,5	0,0	0,03
Центральная	6,2	0,2	0,3	1,1	0,8	0,2	0,1
Южная	11,1	1,4	0,0	0,7	0,9	0,1	0,0

Поскольку источником инфекции могут быть пораженные семенные клубни, растительные остатки в почве [5], где фузариевые грибы могут существовать как сапротрофы [14], то сухая гниль распространена повсеместно. Массовое проявление болезни отмечается через 2–3 месяца после закладки картофеля на хранение. Чаще всего на пораженных клубнях образуются серовато-бурые, тусклые, слегка вдавленные пятна со сморщенной кожурой. Внутри мякоть становится сухой, трухлявой с пустотами, заполненными пушистым белым, желтым, розовым мицелием грибов. В условиях повышенной влажности на поверхности клубня появляются разноцветные подушечки – спороношение патогенов [5, 9, 11]. Заболеванию подвергаются клубни с механическими повреждениями. Часто фузариозная гниль развивается как вторичное заболевание при поражении другими болезнями. Во время хранения возможно перезаражение соседних клубней. При повышенной температуре болезнь быстро прогрессирует [9, 11].

Из гнилей грибной этиологии на клубнях картофеля также диагностированы признаки фомоза, возбудителем которого является *Boeremia exigua* (Desm.) Aveskamp, Gruyter & Verkley. Распространенность болезни колебалась от 0,2 до 1,5 %. Проявляется фомоз на клубнях через 6–12 недель после уборки в виде небольших вдавленных пятен темного цвета с плотно натянутой кожурой. Пораженная бледно-коричневая ткань распространяется внутрь клубня в виде конуса,

легко отделяется от здоровой, хорошо заметна темная стекловидная полоса, свидетельствующая о наличии токсических веществ [5, 9]. В ней часто образуются полости, на стенках которых едва заметен белый, а чаще сероватый мицелий гриба, который позже уплотняется, образуя войлочный налет серого цвета с розовато-коричневым оттенком [13]. Источником инфекции являются пораженные клубни, растительные остатки и почва. В период хранения инфекция передается от клубня к клубню [11]. Развитию фомоза способствуют повышенные влажность и температура в период хранения [13].

В годы исследований в анализируемых пробах картофеля, выращенного в хозяйствах Центральной агроклиматической зоны, были обнаружены клубни, пораженные антракнозом (возбудитель – *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) S. Hughes). Распространенность болезни в среднем за анализируемый период составила 0,3 %. Антракноз на клубнях может проявляться в виде вдавленного пятна со столонного конца, напоминающего фузариозную гниль, но при антракнозе образуется множество мелких микросклеротических [8, 9]. В период хранения на поверхности клубней могут появляться вдавленные сухие серовато-коричневые пятна, покрытые черными склеротиями и схожие с серебристой паршой. Сильно пораженные клубни сморщиваются, кожица с поверхности легко сдирается, образуя микросклеротии. На срезе клубней прослеживается буро-окрашенная ткань на глу-

бину 0,5–0,8 см. При длительном хранении симптомы болезни распространяются по всему клубню [1, 7]. Может проявляться в виде сплошного или прерывистого кольцевого некроза. Такие клубни могут быть невсхожими [9]. Источником инфекции является пораженный семенной материал, почва, растительные остатки [1].

Среди бактериальных гнилей картофеля на клубнях обнаружена мокрая гниль [2, 12] или мокрая бактериальная гниль [9, 11], вызываемая пектолитическими бактериями. К концу хранения встречаемость болезни в среднем за 2020–2023 гг. колебалась от 0,3 до 1,1 % (таблица). Вначале чечевички на пораженных клубнях запавшие, коричневые со светлым внутренним ободком [9]. Мякоть распадается на отдельные клетки, а позже превращается в слизистую бесформенную массу с затхло-гнилостным запахом. При частичном поражении клубня загнившая часть отделяется от здоровой бурой каймой [9, 11]. Бактерии заражают клубни во время вегетации (от материнских) или уборки, транспортировки и переборки (через механические повреждения, поражения паршой, фитофторозом, фомозом, фитогельминтами). Проявляется болезнь чаще во время хранения при повышенной влажности и температуре воздуха, но наблюдается и в полевых условиях на переувлажненных участках. При хранении бактерии способны проникать в клубни, находящиеся в контакте с пораженными через чечевички, повреждения вредителями или поражения другими болезнями [11].

В результате проведенной оценки фитосанитарного состояния клубней картофеля было установлено, что в структуре смешанных гнилей преобладала бактериально-грибная/псевдогрибная этиология болезней, в патогенез которых вовлечены бактериальные и грибные или грибоподобные патогены. Доля подобных заболеваний среди анализируемых клубней варьировала от 88,5 до 100 % (рисунок 3).

В то же время фитофторозно-фузариозная смешанная гниль, вызванная псевдогрибом *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary и грибными возбудителями рода *Fusarium*, отмечена лишь на клубнях из хозяйств Северной и Центральной агроклиматических зон ре-

спублики со встречаемостью от 5,7 до 11,5% соответственно.

Выявлено, что доминирующей комплексной болезнью на клубнях являлась фузариозно-бактериальная гниль, распространенность которой в пробах картофеля варьировала от 0,5 до 0,9 % (таблица). В зависимости от условий хранения патогенез протекает с преобладанием симптомов мокрой или сухой гнилей. Сочетание фузариозной и бактериальной инфекций увеличивает зараженность растений бактериозами в период вегетации. По всей вероятности, грибная инфекция стимулирует накопление бактерий. В конечном итоге, комплексное заражение грибами и бактериями приводит к росту количества гнилей картофеля смешанной природы [13].

Несмотря на отсутствие признаков поражения клубней возбудителем фитофтороза и проявления гнили в чистом виде, к концу хранения болезнь обнаружена в смешанной симптоматике – фитофторозно-бактериальной и фитофторозно-фузариозной, максимальная распространенность которых достигала 0,2 и 0,1 % соответственно (таблица). По литературным данным, фитофторозно-бактериальная гниль встречается в основном в начальный период хранения картофеля, а к концу исчезает в результате ингибирующего действия бактерий. Часто под действием бактерий клубни полностью разрушаются в осенний период, превращаясь в мокрую (мягкую) гниль. На поверхности пораженных клубней болезнь проявляется в виде твердых, слегка вдавленных пятен неправильной формы, окрашенных в бурый или коричневый цвет. На разрезе клубня ткань ржаво-коричневая, плотной консистенции, пораженные ткани покрыты бактериальной пленкой, которая в зависимости от вида бактерий может быть мягкой, слизистой или плотной. Отсутствует четкая граница между здоровой и пораженной тканями. Иногда отмечают образование полостей. В оптимальных температурных условиях осенью (свыше +10 °C) клубень может в короткий срок полностью сгнить. Фитофторозно-фузариозная гниль встречается во всех зонах возделывания картофеля. Диагностируется в основном по признакам,

свойственным отдельным заболеваниям. Весной в конце периода хранения маскируется обычно симптомами фузариозной сухой гнили [11, 13].

Заключение

На клубнях картофеля в конце периода хранения при визуальной диагностике обнаружены инфекционные болезни в виде гнилей. Независимо от условий выращивания доминирующей группой являются гнили грибной этиологии, встречаемость которых в среднем за годы исследований составила 85,9–97,6 % с преобладанием симптомов их проявления в чистом виде на уровне 87,3–95,9 %. Наиболее распространенной болезнью из данной группы стала фузариоз-

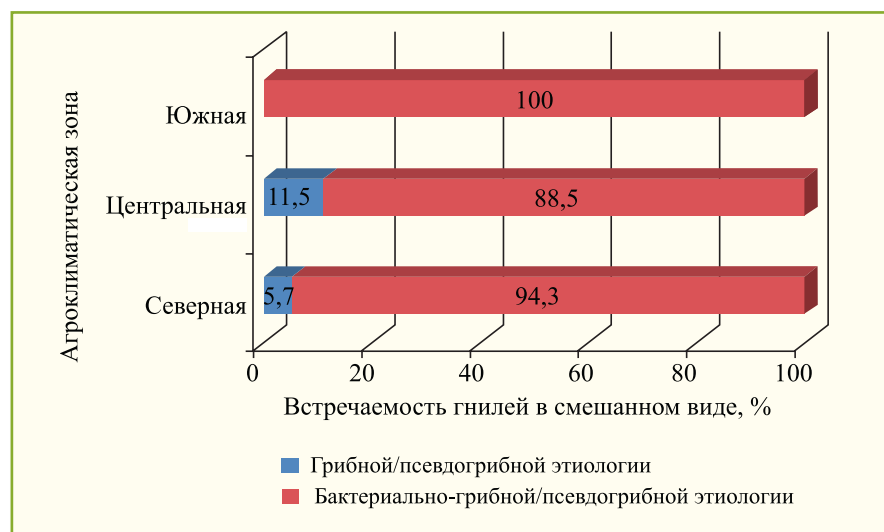


Рисунок 3 – Дифференциация этиологии смешанных гнилей картофеля (маршрутные обследования, среднее за 2020–2023 гг.)

ная сухая гниль, вызываемая грибами рода *Fusarium*. Гнили, обусловленные бактериальными патогенами и проявляющиеся на клубнях в виде инфекционных симптомов, отмечены реже, их встречаемость составила 2,4–14,1 %. При этом в ходе проведения фитоэкспертизы была выявлена лишь мокрая гниль, распространенность которой не превышала 1,1 %.

К концу хранения картофеля симптомы смешанных гнилей на клубнях фиксировали реже, их встречаемость в отобранных для анализа пробах составила 4,1–12,7 %. При этом наиболее распространенной (88,5–100 %) инфекцией стала бактериально-грибная этиология с доминированием фузариозно-бактериальной гнили.

Высокая встречаемость гнилей на клубнях картофеля свидетельствует о необходимости соблюдения комплекса мероприятий на каждом из этапов производства картофеля, начиная с подготовки семенного материала к посадке и заканчивая закладкой полученного урожая на хранение, направленного на снижение развития инфекционных болезней, проявляющихся по типу гнилей.

Литература

1. Банадысев, С. А. Антракноз картофеля. Часть 1. Симптоматика и источники инфекции / С. А. Банадысев // Наше сельское хозяйство. Сер. Агрономия. – 2023. – № 5 (301). – С. 58–65.
2. Жукова, М. И. Бактериозы картофеля как фитосанитарная проблема семеноводства / М. И. Жукова, Г. М. Середа // Защита картофеля. – 2014. – № 2. – С. 45–49.
3. Жукова, М. И. Почему картофель гниет при хранении / М. И. Жукова, Г. М. Середа // Земляробства і ахова раслін. – 2003. – № 6. – С. 28–30.
4. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / Б. В. Анисимов [и др.]; Всерос. науч.-исслед. ин-т картофельного хоз-ва им. А. Г. Лорха, Биол. факультет Московского гос. ун-та им. М. В. Ломоносова. – М.: Картофелевод, 2009. – 272 с.
5. Защита картофеля от фомозно-фузариозных гнилей / С. В. Васильева [и др.] // Защита и карантин растений. – 2021. – № 5. – С. 17–20.
6. Интегрированные системы защиты овощных культур и картофеля от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / С. В. Сорока [и др.]; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2017. – 272 с.
7. Котова, В. В. Антракноз сельскохозяйственных растений / В. В. Котова, О. В. Кунгурцева; Рос. акад. наук, Всерос. НИИ защиты растений. – СПб.: ВИЗР, 2014. – 132 с. – (Приложение к журналу «Вестник защиты растений», № 11).
8. Кузнецова, М. А. Антракноз – вредоносное заболевание картофеля / М. А. Кузнецова // Картофель и овощи. – 2020. – № 6. – С. 20–23.
9. Кузнецова, М. А. Болезни картофеля при хранении / М. А. Кузнецова // Защита и карантин растений. – 2006. – № 10. – С. 37–44.
10. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; под ред. С. Ф. Буги. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 512 с.
11. Рекомендации по защите картофеля от клубневых гнилей во время хранения / С. А. Турко [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодовоовощеводству. – Самохваловичи, 2010. – 56 с.
12. Спиглазова, С. Ю. Бактериозы картофеля. Есть ли решение проблемы? / С. Ю. Спиглазова // Картофель и овощи. – 2020. – № 11. – С. 23–27.
13. Технологии хранения картофеля / К. А. Пшеченков [и др.]; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т картофельного хоз-ва им. А. Г. Лорха, Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – М.: Картофелевод, 2007. – 192 с.
14. Фузариоз зерновых культур / Т. Ю. Гагкаева [и др.]; Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – [б. м.]: [б. и.], 2011. – 118 с. – (Приложение к журналу «Защита и карантин растений»; № 5).
15. Хайбуллин, М. Применение биологических препаратов в период хранения картофеля / М. Хайбуллин, Ф. Ишкинина, Г. Ахмалтдинова // Главный агроном. – 2016. – № 4. – С. 69–71.



Мокрая (бактериальная) гниль картофеля



Сухая фузариозная гниль