

Содержание

	Стр.
Реферат	4
Введение	5
Клубневые гнили картофеля	6
Грибные гнили	6
Бактериальные гнили	11
Нематодные гнили	14
Неинфекционные гнили	14
Смешанные гнили	15
Вредные организмы способствующие проявлению клубневых гнилей	18
Болезни картофеля	18
Вредители картофеля	21
Методы диагностики клубневых гнилей	24
Комплекс мероприятий по защите картофеля от клубневых гнилей во время хранения	40
Профилактические приемы	41
Подбор сортов и размещение посадок	41
Севооборот	43
Удобрения и известь	43
Подготовка почвы	45
Подготовка семенного материала	45
Уход за посадками	49
Уборка и хранение	52
Определитель гнилей клубней картофеля и болезней, способствующих их развитию в условиях Беларуси	54
Литература	57

Заказчик: Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь

Исполнитель: РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»

1.Наименование Рекомендации по защите картофеля от
разработки: клубневых гнилей во время хранения.

На основании результатов многолетних исследований рекомендован комплекс организационно-хозяйственных, агротехнических, биологических, физических и химических мероприятий по защите картофеля от клубневых гнилей во время хранения, предполагающий контроль за проявлением болезней на всех этапах производства и хранения культуры. Высокоэффективные препараты максим, изар, реvus и квадрис включены в «Государственный реестр ...».

Новизна заключается в разработке на основании комплексного изучения патогенов эффективной системы мероприятий по защите картофеля от клубневых гнилей во время хранения.

2.Область
применения: растениеводство, защита растений

3.Потребитель: Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, коллективные, фермерские и личные подсобные хозяйства, выращивающие картофель.

Реферат

Рекомендации по защите картофеля от клубневых гнилей во время хранения.

В рекомендациях даны основные сведения о возбудителях болезней при хранении, особенностях их проявления, современных методах диагностики. Указаны причины и симптомы функциональных расстройств, описаны основные вредители и болезни, способствующие загниванию клубней. Приведен комплекс защитных мероприятий направленный на снижение вредоносности клубневых гнилей картофеля в период хранения.

Abstract

Potato protection recommendations from tuberous rots in a storage time.

In recommendations the basic data on agents of illnesses at storage, features of their display, up-to-date methods of diagnostics are given. The reasons and symptoms of functional disorders are specified, the basic pests and the illnesses promoting rotting of tubers are described. The complex of protective actions directed on decrease of injuriousness of tuberous rots a potato in storage is resulted.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель является одной из основных культур в сельскохозяйственном производстве Беларуси. Клубни этого растения являются ценным продовольственным, кормовым сырьем и прекрасно подходят для перерабатывающей промышленности. Расчетная потенциальная продуктивность картофеля при оптимальных условиях его возделывания достигает 60-100 т/га, однако, в настоящее время, получение высоких и устойчивых урожаев картофеля в Беларуси и его сохранение приобретает все большую актуальность. Потери этой культуры в последние годы достигают значительных размеров – 30-50% и более.

Одной из основных причин снижения эффективности картофелеводства в республике является массовое развитие грибных, бактериальных, нематодных и вирусных болезней во время вегетации и хранения, вызванное отсутствием сортов с групповой устойчивостью, эффективных пестицидов против комплекса патогенов и сокращением объема проводимых защитных мероприятий. Большое значение в постепенном увеличении вредоносности ряда заболеваний играют опережающие изменения, происходящие в биологии самих возбудителей, связанные с изменением их пластичности, адаптивности и патогенных свойств. Кроме того, за последние 10 лет резко изменилась роль отдельных патогенов и их соотношение в агроэкосистеме. Возросла вредоносность фитофтороза, мокрой бактериальной и сухой фузариозной гнилей, черной ножки. Получили широкое распространение ранее ограниченно встречающиеся резиновая, антракнозная и раневая водянистая гнили клубней. В семеноводческих посевах картофеля, особенно на интродуцированных сортах, проявление черной ножки часто приобретает характер эпифитотии. На вновь районированных сортах стали отмечаться случаи появления кольцевой гнили.

Все это указывает на необходимость проведения комплексной системы защиты картофеля от вредных организмов, не ограничиваясь мероприятиями, проводимыми после уборки и во время хранения, а начиная с подготовки почвы и семенного материала к посадке, а затем и в период ухода за посадками. Система включает организационно-хозяйственные, агротехнические, биологические, физические и химические мероприятия.

В рекомендациях даны основные сведения о возбудителях болезней при хранении, особенностях их проявления, методах диагностики. Указаны причины и симптомы функциональных расстройств, описаны основные вредители и болезни, способствующие загниванию клубней. Приведен комплекс защитных мероприятий по борьбе с гнилями клубней картофеля в период хранения.

КЛУБНЕВЫЕ ГНИЛИ КАРТОФЕЛЯ

Грибные гнили

Антракноз (дартроз, чёрная точечность стеблей, чёрная гниль клубней) вызывается несовершенным грибом *Colletotrichum atramentarium*. Развивается антракноз преимущественно в годы с сухим и жарким летом. Возбудитель болезни поражает стебли, корни, столоны, клубни. Вредоносность антракноза заключается в преждевременном отмирании ботвы и загнивании клубней в период вегетации и хранения. В поле антракноз обнаруживается в самом конце вегетации картофеля. У больных растений желтеют листья верхнего яруса. Доли листьев скручиваются вдоль центральной жилки, увядают и отмирают. Позже растение становится бурым, поникает и погибает. На стеблях антракноз развивается вначале в нижней, а затем и в средней его части в виде светлых вдавленных пятен, чаще всего в местах прикрепления черешков листьев. Такие листья, как правило, увядают. Во влажную погоду поражённая ткань загнивает, размочаливается. Больные стебли покрываются слизистым сажистым налётом. При подсыхании их в местах поражения формируются чёрные многочисленные мелкие, продолговатые склероции. В сухую жаркую погоду поражённые стебли становятся сухими, покровная ткань размочаливается и шелушится. На корнях, столонах, подземных частях стеблей картофеля заболевание проявляется в виде поверхностного загнивания покровных тканей. Кorkовая ткань мацерируется, наблюдается отслоение паренхимной ткани от склеренхимы. Лубяные волокна окрашиваются в лилово-розовый или аметистовый цвет. На поверхности и внутри поражённой ткани образуются микросклероции. На клубнях антракноз начинает развиваться со столонного конца, где вначале образуется вдавленное пятно. По мере развития заболевания пятно увеличивается, ткань становится чёрной в результате образования множества склероциев. Поражённая часть клубня загнивает, превращаясь в слизистую кашицеобразную зловонную массу. При хранении клубней болезнь проявляется также в виде большого количества вдавленных сухих светло-коричневых пятен, в результате чего поверхность клубня становится бугристой. Пятна сплошь покрываются микросклероциями. Поражённая ткань клубня трухлявая, при надавливании легко разрушается. В период зимнего хранения картофеля антракноз может обнаруживаться в форме кольцевого некроза. На поперечном разрезе клубня просматриваются прерывистая или непрерывная полоска отмершей ткани сосудистых пучков. Паренхимная ткань, прилегающая к ним, остаётся без изменений. Такие клубни не прорастают или дают больные растения. Основным источником инфекции являются больные посадочные клубни и растительные остатки со склероциями. Возбудитель антракноза поражает также томаты, перец, баклажаны, табак, физалис.

Вертициллез (вертициллёзное увядание, вертициллёзный вилт, хроническое медленное увядание), заболевание картофеля, вызываемое

несовершенными грибами *Verticillium albo-atrum* и *Verticillium dahliae*. Поражение растений вертициллёзом приводит к значительному снижению урожая клубней – на 20-30 %, а в некоторых случаях до 50 %. Обычно заболевание проявляется в августе, а в годы с высокими температурами даже в июне. Заболевание характеризуется медленным увяданием растений. Проявляется оно в период цветения, сначала на долях листьев нижнего яруса куста. Листовые пластинки по краям желтеют и постепенно увядают. Позже на них образуются светло-коричневые пятна. На границе между здоровой и поражённой тканью хорошо заметна ярко-жёлтая кайма. В сухую погоду листья засыхают и опадают, во влажную – свисают вниз по стеблю. На черешках и главной жилке увядших листьев может появляться серовато-грязный налёт. На стеблях проявляется заболевание в виде слегка вдавленных вытянутых шоколадно-коричневых пятен или штрихов. Стебли постепенно увядают и отмирают. На косом поперечном срезе через корневую шейку стебля хорошо просматриваются мелкие бурые участки ткани поражённых сосудистых пучков, заполненных грибницей возбудителя болезни. Во влажную погоду на больных листьях и стеблях, особенно в нижней части куста образуется белый тонкий налёт, постепенно становящийся грязно-серым или розоватым. На клубнях вертициллёзное увядание проявляется в виде загнивания глазков. В период зимнего хранения в местах больных глазков ткань становится серой, легко крошится и превращается в пылящую массу. В местах поражения остаётся впадинка. На поперечном срезе большого клубня в стolonной части отмечается потемнение проводящих пучков. Иногда возбудитель вертициллёза поражает ростки до выхода их из почвы. Поражённые ростки закручиваются в спираль непосредственно у поверхности почвы и гибнут. В растение возбудитель болезни проникает чаще всего через корневую систему или через различного рода механические повреждения, наносимые насекомыми, нематодами. Затем грибок распространяется по сосудистой системе растений и клубней. Увядание происходит не только из-за закупорки сосудистой системы растения. В этом процессе особую роль играют токсины, выделяемые грибом. Они нарушают водный режим растения и сдвигают нормальное течение процессов их метаболизма. Возбудители болезни сохраняются в форме хламидоспор, микросклероциев и грибницы в растительных остатках, в почве, в клубнях, из которых вырастают растения с признаками вертициллёзного увядания.

Раневая водянистая гниль вызывается оомицетом *Pythium ultimum*. От чёрной ножки отличается отсутствием признаков поражения надземной части растения. Заражённые семенные клубни являются причиной выпадения растений в поле. На поверхности клубней появляются влажные чёрные пятна, под которыми образуются язвы. Покровная ткань язв натягивается, прорывается, из больных нижележащих тканей выделяется специфическая жидкость. Ткани вокруг язв влажные и тёмные. На разрезе серый поражённый участок отделён от остальной части клубня чёрной каймой. На воздухе ткань коричневеет, затем чернеет, издавая спиртовой запах.

Поражённые клубни размягчаются, внутренняя часть их нередко полностью сгнивает, превращается в серую кашицеобразную массу с неприятным запахом, остаются только наружные ткани выше сосудистого кольца. Возбудитель сохраняется в почве и проникает в клубни через механические повреждения. Возможно перезаражение клубней при резке.

Резиновая гниль вызывается несовершенным грибом *Geotrichum candidum*. Ежегодно во время хранения поражается в среднем 2-5 % клубней, а в отдельные годы от 20 до 40 %. При наличии симптомов резиновой гнили всхожесть клубней снижается на 45 %. На заболевших клубнях в период уборки картофеля появляются поверхностные коричневые пятна с чёрной каймой. Позже больная ткань чернеет, мякоть под ней становится эластичной, резиноподобной, а через 3-4 часа после разрезания клубня окрашивается в грязно-розовый цвет и чернеет. При температуре 20 °С через 48 ч на ней развивается слабый беловато-зелёный мицелий с обильным спороношением. Из поражённых тканей выделяется коричневый экссудат со специфическим запахом. В дальнейшем они ослизняются. Клубни становятся водянистыми, кожура легко отслаивается. В условиях низкой температуры и влажности больные клубни мумифицируются. На ростках картофеля до всходов появляются участки побуревшей ткани. Она становится рыхлой, мокрой, иногда на ней можно наблюдать слабое спороношение. Такие ростки легко ломаются в местах поражения или сгнивают полностью. Клубни не дают всходов.

Розовая гниль картофеля вызывается оомицетом *Phytophthora erythroseptica*. Развитию болезни способствуют высокие температуры и переувлажнение почвы. Потери урожая достигают 50 % и более. На надземной части растений болезнь проявляется в виде пожелтения и увядания листьев в конце июля или позже. Стебли становятся водянистыми и отмирают в прикорневой части. На клубнях, преимущественно со столонного конца, появляются коричневые или темноватые пятна, чечевички отмирают, чернеют. При сдавливании клубня из столонного конца вытекает светлая жидкость. При разрезе клубня поражённая ткань постепенно окрашивается в розовато-жёлтый цвет, затем становится красновато-буровой и чернеет, но остаётся твёрдой и упругой. Дальнейшее разрушение клубня завершается вторичной (грибной и бактериальной) инфекцией, приводящей к развитию мягкой гнили с селёдочным запахом. Основным источником инфекции – почва, где оомицет зимует в виде ооспор, и в которой способен сохраняться более 4 лет.

Столонная гниль вызывается несовершенным грибом *Fusarium oxysporum*. Болезнь наиболее опасна в годы с высокой температурой воздуха. Вызывает значительное снижение урожая. Поражаются клубни в период вегетации. Гниль охватывает только столонную часть клубня, где на месте тонкого среза ткани видны коричневые, расходящиеся лучисто, линии отмерших клеток, и сосудов. Зона поражения со временем увеличивается. Кожура сморщивается складками, на ней образуются белые мелкие пустулы спороношения гриба. Ткани столонного конца размягчаются, становятся

сухими, коричневыми. В них часто образуются полости, заполненные белым мицелием гриба. Инфекция в основном сохраняется в почве, иногда в семенных клубнях.

Угольная гниль вызывается несовершенным грибом *Macrophomina phaseoli*. Заболеванию способствуют повышенная температура воздуха в конце вегетации и нейтральная реакция почвы. Потенциально опасная грибная болезнь. Поражаются в основном клубни в почве. Первые признаки болезни проявляются во время уборки урожая и усиливаются в период хранения. На клубнях вблизи глазков и чечевичек образуются чёрные слегка водянистые пятна. Кожура на ранних этапах развития угольной гнили остаётся целой, но нижележащие ткани загнивают, приобретают сероватый, а затем чёрный цвет. Впоследствии поражённая ткань как бы западает, образуются язвы. При разрезе клубня видна мягкая тёмная ткань с чёрными включениями — склероциями гриба. Часто все внутренние части клубня выгнивают. Инфекция сохраняется в виде склероциев в растительных остатках и в почве в течение 3 лет. Клубни заражаются через чечевички и повреждения кожуры.

Фитофтороз (картофельная гниль), заболевание картофеля, вызываемое оомицетом *Phytophthora infestans*. Проявляется в фазу бутонизации - цветения картофеля. Поражаются листья, стебли, клубни, бутоны, ягоды. На листьях, начиная с верхних, появляются расплывчатые бурые пятна. С нижней стороны листовой пластинки, преимущественно по утрам и во влажную погоду, на границе больной и здоровой ткани виден белый налёт спороношения гриба. Поражённые листья быстро отмирают, чернеют и сгнивают или засыхают. На стеблях и черенках листьев фитофтороз появляется в виде удлинённых коричневых полос. В сухую погоду развитие болезни приостанавливается, пятна становятся сухими и ломкими, во влажную погоду они разрастаются и загнивают. Болезнь охватывает всё новые листья и стебли, и растение погибает. От больных кустов картофеля заражаются здоровые с образованием очагов поражённой ботвы в виде сплошной чёрной массы с торчащими стеблями и свешивающимися остатками отмерших листьев. При благоприятных условиях достаточно 7-10 суток, чтобы погибла ботва на всём поле. На клубнях образуются слегка вдавленные, твёрдые буровато-сероватые пятна, проникающие в мякоть клубней в виде ржаво-бурых неровных некрозов. В дальнейшем при поселении сапротрофных микроорганизмов на поражённых клубнях развиваются мокрые или сухие гнили. Основным источником инфекции — слабозаражённые посадочные клубни, образующие в поле инфекционные ростки, а также отбросы после весенней переборки картофеля возле буртов и хранилищ. Клубни в поле поражаются двумя путями: спорами, попадающими с листьев и вместе с дождём просачивающимися в землю, во время уборки - при соприкосновении клубней с поражённой ботвой. Особенно сильное заражение происходит при уборке недозрелого картофеля с легко сдирающейся кожурой или на механически повреждённых клубнях. Развитию болезни способствуют прохладное дождливое лето (относительная

влажность не ниже 75 %, наличие капельной влаги - ночные росы, туманы). Частые осадки во 2-й половине вегетации и умеренные температуры стимулируют ежегодное развитие фитофтороза.

Фомоз (гангрена, пуговичная гниль, сухая фомозная гниль), заболевание картофеля, вызываемое несовершенным грибом *Phoma exigua* var. *exigua*. Заражению и развитию фомоза способствуют прохладная и сырая погода в период уборки, механические повреждения клубней, а также повышенные влажность и температура в период хранения. Болезнь приводит к преждевременному отмиранию поражённой ботвы и гибели клубней при хранении. Поражаются стебли, столоны и клубни. Стеблевая форма обычно проявляется в конце цветения. На стеблях около черешков листьев образуются овальные или удлинённые пятна с многочисленными светло- или тёмно-коричневыми пикнидами. Пятна погружены в ткань, не имеют чётких границ, часто охватывают стебель (растение при этом надламывается и погибает). На поражённых участках стебля иногда возникают удлинённо-овальные язвы, в центре которых ткань коричневатого оттенка, а по краям - тёмно-бурая. На клубнях фомоз проявляется через 2-16 недель после уборки, но наиболее интенсивно - ко времени посадки картофеля, когда большинство больных клубней сгнивает. Вначале на поверхности образуются небольшие округлые тёмные вдавленные твёрдые пятна с отчётливой границей между больной и здоровой тканями. В дальнейшем пятна увеличиваются в диаметре и углубляются, превращаясь в язвы с плотно натянутой кожурой. На разрезе клубня через язву видна бледно-коричневая ткань, распространяющаяся внутрь в виде конуса. В больной ткани выделяются полости, выстланные серым мицелием гриба. Поражённая ткань отделяется от здоровой узкой полосой более интенсивной окраски. При повышенной влажности заметен серо-белый мицелий возбудителя болезни, который формирует конидиальное спороношение (пикниды). Иногда пикниды выступают на поверхность через кожуру клубня. Источник инфекции - поражённые клубни, растит, остатки в почве, где гриб может сохраняться до 3 лет, некоторые сорняки (осот, василёк). Клубни могут заражаться в поле, хранилищах, буртах; в период вегетации и уборки заражение происходит через чечевички, глазки и механические повреждения. В поле инфекция передаётся с каплями дождя и ветром; при хранении - от клубня к клубню.

Фузариозная сухая гниль (фузариоз клубней) вызывается разными видами несовершенных грибов рода *Fusarium*. Наибольшему развитию болезни способствуют температура 12—17 °С и влажность воздуха выше 70%. Особенно опасны резкие колебания температуры и влажности в хранилищах, где может произойти отпотевание клубней. Потери клубней при хранении могут достигать 10—15 %. Больные посадочные клубни становятся причиной изреживания всходов, замедленного роста и развития растений. Болезнь проявляется через 3—4 месяца после уборки, хотя клубни обычно заражаются ещё в поле. На клубнях появляются серовато-бурые, слегка вдавленные пятна, мякоть под ними становится рыхлой и приобретает буроватую окраску, в ней образуются пустоты, заполненные пушистым

белым, желтоватым или красноватым мицелием гриба. Больная ткань быстро подсыхает, что приводит к образованию складок кожуры вокруг места первичного пятна. На поверхности складок образуются рыхлые подушечки спороношения грибов разного цвета. Постепенно ткань чернеет, клубень сгнивает, становится лёгким и твёрдым. Инфекция, кроме почвы, может сохраняться на больных клубнях и в картофелехранилищах. Проникают грибы в клубни через поранения кожуры, места поражения фитофторозом, паршой обыкновенной и другими болезнями. В период хранения здоровые клубни перезаражаются только при наличии механических повреждений (например, в процессе переборки).

Бактериальные гнили

Бурая бактериальная гниль (трахеобактериозное увядание, слизистая болезнь), заболевание картофеля вызываемое бактерией *Ralstonia solanacearum*. Карантинный объект. Развитию болезни благоприятствуют высокая влажность, температура и кислотность почвы. Вызывает снижение урожая из-за поражения растений и гниения клубней в период хранения. Первые признаки заболевания проявляются в фазе цветения – начала формирования клубней. Вследствие закупорки водопроводящих сосудов массой движущихся бактерий происходит быстрое (в течение 2-3 суток) увядание и гибель отдельных стеблей, а иногда и всего растения. Увядшие листья желтеют и сморщиваются; стебли буреют, поникают, а нижняя прикорневая часть их размягчается и загнивает или засыхает, расщепляясь вдоль. Поражённые сосуды окрашиваются в коричневый или бурый цвет, что вызывает образование тёмно-коричневого кольца на срезах стебля. При надавливании из стебля выделяется грязно-белая или коричневая слизь. Из стеблей бактерии проникают в столоны и клубни, происходит размягчение сосудистого кольца клубня и его побурение. При надавливании из клубня выступают капельки грязно-белой слизи. Такие клубни непригодны для употребления в пищу. При благоприятных условиях уже в поле, а чаще в период хранения они полностью сгнивают, хотя корковый слой длительное время остаётся неразрушенным. При посадке из них развиваются слабые, быстро увядающие растения, чаще всходы вообще не появляются. Разлагаясь, больные клубни заражают почву. Возбудитель болезни способен накапливаться и сохраняться длительное время в почве, семенных клубнях и в растительных остатках. В растения бактерии проникают через ранки на корнях и стеблях, нанесённые насекомыми, нематодами, механическим путём, а также через устья.

Кольцевая гниль картофеля вызывается бактерией *Corynebacterium sepedonicum*. Карантинный объект. Заболеванию способствуют повышенная температура и высокая влажность почвы. Кольцевая гниль крайне вредоносна. Сильно поражённые клубни обычно сгнивают, не давая всходов; слабо поражённые растения в результате их общего угнетения образуют значительно меньше клубней. Потери урожая от кольцевой гнили в

отдельные годы могут достигать 45 %. Болезнь проявляется в стеблевой и клубневой формах. Наиболее характерные признаки заболевания на кустах появляются к концу цветения: на отдельных стеблях постепенно желтеют и увядают дольки листьев, стебли медленно увядают и падают на землю. Постепенно увядает и разваливается весь куст. В отличие от поражения чёрной ножкой основание стеблей не размочаливается и они труднее выдёргиваются из почвы. В годы с влажной и прохладной погодой заболевание может протекать в скрытой форме. На клубнях, в зависимости от путей проникновения в них инфекции, кольцевая гниль проявляется в виде поражения сосудистого кольца и ямчатой гнили (жёлтая подкожная пятнистость). При попадании бактерий в клубни через столоны сосудистая система размягчается и при надавливании из поражённых сосудов выделяется светло-жёлтая масса. Внешне больные клубни не отличаются от здоровых. С течением времени при хранении болезнь охватывает близлежащие ткани и сердцевину клубня с развитием мокрой гнили, когда ткани полностью разрушаются, превращаясь в белую тягучую, неприятно пахнущую массу. Ямчатая гниль возникает при проникновении бактерий через пораненную кожуру в осенний период, но обнаруживается только в конце марта – начале апреля в виде округлых пятен кремового или светло-жёлтого цвета под кожурой. Мякоть клубня в местах пятен выгнивает с образованием ямок. При посадке таких клубней вырастают недоразвитые растения со вздутыми стеблями. Листья у таких растений расположены близко друг к другу, особенно это заметно на верхушке. Поражённые растения увядают и засыхают, клубнеобразование отсутствует. Такой тип поражения кольцевой гнилью называют карликовостью. Основным источником инфекции – больные клубни. Инфицирование кольцевой гнилью происходит в период уборки при соприкосновении клубней с поражённой ботвой, разрезанными больными клубнями; заражению благоприятствуют механические повреждения, недозревшая кожура клубней. Инфекция также может передаваться при резке семенного картофеля и почвенными насекомыми.

Мокрая бактериальная гниль клубней картофеля вызывается различными видами бактерий. Ежегодно теряется 5-10 % урожая, а в отдельные годы – до 30-50 %. Развивается в поле на переувлажнённых участках, но наиболее вредоносна в период хранения картофеля, чему способствует неправильный режим хранения с недостаточной вентиляцией, влажностью выше 90 % и температурой воздуха выше 15-18 °С. Проявляется в виде мягкой (возбудители – бактерии родов *Erwinia* и *Corynebacterium*) и твёрдой чёрной (бактерии родов *Bacillus* и *Pseudomonas*) гнилей. Клубни заражаются во время вегетации (бактерии проникают в молодые клубни из материнских или из стеблей через столоны) или во время уборки (через механические повреждения, повреждения паршой, фитофторозом, фомозом, насекомыми, фитогельминтами), но проявляется заболевание в основном при хранении. Клубни с неповреждённой кожурой мокрой гнилью поражаются редко. При мягкой гнили мякоть клубня распадается на отдельные клетки, а

позднее превращается в слизистую бесформенную массу со слабым спиртовым запахом; при частичном поражении клубня загнившая часть отделяется от здоровой бурой каймой. Окраска таких клубней сначала светлая, затем тёмно-бурая или розовая, кожура часто остаётся неповреждённой. Для твёрдой чёрной гнили характерна тёмная окраска поражённых тканей, иногда образование пустот внутри клубней или их мумифицирование. Слизь и неприятный запах чаще всего отсутствуют. Деятельность всех видов бактерий значительно усиливается в условиях неправильного режима хранения. Клубни могут сгнить полностью за неделю. При массовом гниении температура в слое картофеля резко поднимается, что ускоряет процесс. В буртах на месте очагов гниющих клубней появляются западины, в хранилищах слой картофеля оседает.

Черная ножка вызывается бактерией *Erwinia carotovora* var. *atroseptica*. Развитию болезни способствуют умеренная температура и повышенная влажность воздуха. Приводит к преждевременной гибели растений, а также загниванию заражённых клубней в процессе хранения (потери могут достигать 30-50 %). Поражаются все органы растений. На стеблях черная ножка проявляется в течение всего вегетационного периода с максимумом во время цветения. Листья у больных растений желтеют, свёртываются лодочкой и постепенно засыхают. Растения прекращают рост, и в связи с тем, что корневая шейка и корни загнивают, окрашиваются в интенсивный чёрный цвет, легко выдёргиваются из почвы. Этим они отличаются от растений, поражённых ризоктониозом и кольцевой гнилью. Нижняя больная часть стебля тоньше здоровой. Под кустами клубни почти не образуются. Если растения поражаются в более поздний срок, болезнь развивается менее интенсивно, без типичных признаков. У таких кустов слегка привядают и скручиваются отдельные листья, в пазухах нижних иногда образуются воздушные зелёные клубеньки, клубни внешне здоровые. В период хранения часть их сгнивает, а часть, попадая в посадочный материал, даёт весной больные всходы. На клубнях черная ножка в большинстве случаев начинается с почернения столонного конца, которое распространяется в центральную часть клубня. Поражённая мякоть превращается в мягкую слизистую массу чёрного цвета с неприятным запахом, содержащую массу бактерий. На границе между больной и здоровой тканями более тёмные полосы из опробковевших тканей. Клубни становятся лёгкими, кожура их темнеет и тускнеет. Иногда на поверхности больных клубней появляются трещины, из которых вытекает мутная, чернеющая на воздухе бактериальная масса. Основным источником инфекции - больные посадочные клубни. Бактерии сохраняются и на поверхности здоровых клубней в хранилищах, а также на оставшихся в поле больных клубнях и в ботве поражённых растений. В период вегетации бактерии проникают через столоны, чечевички, поранения и места, повреждённые болезнями и вредителями. В клубнях инфекция может находиться в скрытом состоянии; чаще в столонной части.

Нематодные гнили

Дитиленхоз вызывается стеблевой нематодой *Ditylenchus destructor*. Потери урожая от болезни при хранении достигают 30-80 %, снижаются семенные и товарные качества клубней. В местах внедрения нематод на клубнях образуются свинцово-серые, несколько вдавленные пятна, которые на более поздних стадиях увеличиваются, кожа темнеет, отслаивается и растрескивается. В трещинах видна светло-коричневая тухлявая поражённая ткань. На границе больной и здоровой ткани заметно множество белых рыхлых точек со скоплениями нематод. Через трещины в клубни попадает грибная и бактериальная инфекция, что приводит к их загниванию во время хранения. Дитиленхозные клубни внешне имеют некоторое сходство с клубнями, на которых проявляются сухая гниль и фитофтороз, поэтому следует отличать их по характерным признакам. При повреждении сухой гнилью на поверхности поражённых клубней, также как и при повреждении стеблевой нематодой, видны бурые пятна, однако кожа у таких клубней в повреждённых местах сморщена и покрыта подушечками спороношения гриба. Внутри поражённой ткани можно наблюдать пустоты, заполненные мицелием белого, жёлтого или розового цвета. У фитофторозных клубней основным отличием являются бурые, ржавые тяжи, проникающие глубоко внутрь мякоти. Основной путь инвазии молодых клубней нематодой – органотканевый (от маточного клубня через стебель и столоны в пуповинную часть растущего клубня), в 30 % случаев – через почву. Нематоды из маточного клубня мигрируют в почву и заражают молодые клубни в различных точках их поверхности. При повышенной температуре, влажности и заземлённости насыпи картофеля возможно перезаражение здоровых клубней от больных в период лечебного, основного и предпосадочного хранения. Развитие дитиленхоза может проходить при температуре от 1-4 до 37 °С и относительной влажности воздуха 80 % и выше.

Неинфекционные гнили

Удушение клубней. При удушении часть поверхности клубня размягчается, но пятен нет. Кожа легко снимается. На разрезе видна гнилая ткань в виде белой или розовой рыхлой кашеобразной массы со спиртовым запахом. Часто поражённая ткань отделена от здоровой темной каймой. Загнивание может проявиться не сразу после уборки, а через 1-2 недели. Удушение происходит при недостатке воздуха в почве (переувлажнение или сильное уплотнение) или в слое клубней при хранении.

Подмораживание клубней вызывается температурами ниже -1 °С. Отмечается при уборке картофеля в поздние сроки и несоблюдении режима хранения. Клубни становятся водянистыми, при надавливании из них выделяется жидкость. Кожа легко отделяется от мякоти, которая на воздухе краснеет, затем буреет и чернеет. Подмороженные клубни быстро загнивают, наличие их в партии свежесобранного картофеля требует

переборки. Даже частично подмороженные клубни для посадки не используются.

Студенистая гниль. Начальные признаки студенистой гнили обнаруживаются во время уборки. Причиной заболевания является потеря сахара тканями из-за израстания клубней. Столонный конец клубня превращается в остекленевшую массу, в которой резко снижается содержание крахмала и сахара. Клубни сморщиваются. В итоге ткань разрушается и становится желеобразной. При хранении в сухих условиях такие ткани высыхают. Часто больная ткань охватывает большую часть клубня. Впоследствии на ней поселяются сапротрофные микроорганизмы и клубень полностью сгнивает. Студенистая гниль развивается значительно медленнее, если клубни в первый период хранения быстро охладить до температуры 5 °С. Развитию студенистой гнили клубней способствует водный дефицит во время вегетации картофеля. Это приводит к снижению содержания в тканях сухого вещества и увеличению количества редуцирующих сахаров.

Смешанные гнили

Значительное распространение при хранении картофеля получают смешанные гнили, чаще всего микозно-бактериальной природы. Их вредоносность значительно возросла в связи с интенсификацией, специализацией картофелеводства, механизацией уборки, транспортировки и переборки, которые способствуют травмированию клубней и их перезаражению.

По литературным данным микозно-бактериальные гнили составляют свыше 80 % от общего их количества. Среди них обычно встречаются фузариозно-бактериальные гнили и фузариозно-фитофторозно-бактериальные. Наибольшее снижение урожая и ухудшение его товарных качеств отмечено при поражении клубней фузариозно-бактериальными гнилями. Видовой состав их возбудителей в различных районах возделывания картофеля варьирует. В Беларуси он составляет свыше 30 видов грибов и бактерий. Из числа изученных бактериальных возбудителей, вызывающих смешанные микозно-бактериальные гнили, к роду *Pectobacterium* отнесено 36,4 %, *Bacillus* – 43,4 %, *Agrobacter* – 8,6 % (Иванюк и др., 2005).

Н.А.Дорожкиным, С.И.Бельской и др. (1979) определено и изучено 8 типов смешанных клубневых гнилей картофеля (таблица 1).

Фузариозно-бактериальная гниль. Возбудители – грибы рода *Fusarium* – *F. sambucinum*, *F. solani*, *F. coeruleum*, *F. semiseptum*, *F. culmorum* и другие и бактерии родов *Pectobacterium*, *Pseudomonas* и *Bacillus*. В зависимости от условий хранения патогенез протекает с преобладанием симптомов мокрой или сухой гнилей. В первом случае отмечено размягчение тканей, приобретающих различную окраску – от светлой до темно-коричневой. Размягченные ткани превращаются в слизистую гниlostную массу с резким неприятным запахом. На границе больной и здоровой тканей

заметна темная полоса. На поверхности клубня образуются подушечки спороношения грибов рода *Fusarium*.

Таблица 1 – Типы смешанных клубневых гнилей картофеля, выделенных в период хранения.

Тип гнилей	Частота встречаемости в образцах, %
Фузариозно-бактериальная	64,8
Фомозно-бактериальная	1,5
Фитофторозно-бактериальная	2,7
Фузариозно-фитофторозно-бактериальная	10,3
Фузариозно-фомозно-бактериальная	2,7
Другие грибы совместно с бактериями	1,2
Фомозно-фузариозная	10,3
Фитофторозно-фузариозная	6,5

При течении болезни по типу сухой гнили внутри клубня образуются полости, покрытые мицелием (розовым, белым, оранжевым в зависимости от вида возбудителей). Между здоровой и больной тканями, как и в первом случае, заметна темная полоса. Запах отсутствует.

Сочетание фузариозной и бактериальной инфекции увеличивает зараженность растений бактериозами. По всей вероятности грибная инфекция стимулирует накопление бактерий. В конечном итоге комплексное заражение грибами и бактериями приводит к росту количества гнилей картофеля смешанной природы.

Фитофторозно-бактериальная гниль. Возбудители – оомицет *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary и бактерии родов *Pectobacterium*, *Pseudomonas* и *Bacillus*. Этот тип смешанной гнили встречается в основном в начальный период хранения картофеля, а к концу хранения исчезает в результате ингибирующего действия бактерий. Часто под действием бактерий рода *Pectobacterium* клубни полностью разрушаются в осенний период, превращаясь в мягкую (мокрую) 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 °С) клубень может в короткий срок полностью сгнить.

Фомозно-бактериальная гниль. Возбудители – гриб *Phoma exigua* (Desm.) var. *exigua* Maas и бактерии родов *Pectobacterium* и *Bacillus*. Болезнь не получила широкого распространения и поражает клубни только в отдельные годы. Заражение посадочных клубней приводит к значительному снижению урожая. При этом увеличивается пораженность клубней мокрой бактериальной гнилью. Очевидно, это можно объяснить стимулирующим

действием грибной инфекции на латентную форму бактериальной и переходом последней в явную во время хранения.

Симптомы болезни на клубнях следующие: на поверхности образуются округлые вдавленные язвы, напоминающие след от пальца с туго натянутой или разорванной кожицей; на кожуре заметны пикниды гриба (темные точки); внутри клубня образуются полости, выстланные серо-белым мицелием. Пораженная ткань отделяется от здоровой четко очерченной темно-окрашенной пробковой зоной. На разрезе клубня видна бактериальная масса желтого или светло-коричневого цвета без запаха.

Фитофторозно-фузариозная гниль. Возбудители – оомицет *P. infestans* и виды рода *Fusarium*. Встречается во всех зонах возделывания картофеля. Диагностируется в основном по признакам, свойственным отдельным заболеваниям. Весной, в конце периода хранения, маскируется обычно симптомами фузариоза (сухой гнили). На пораженных клубнях в это время могут развиваться сапротрофные бактерии, вызывая мокрое загнивание и во влажных условиях – ослизнение пораженных тканей.

Фомозно-фузариозная гниль. Возбудители – грибы *P. exigua* и виды рода *Fusarium*. Болезнь отмечена на территории Беларуси. Проявляется в образовании на поверхности клубня округлых пятен серовато-бурого цвета, слегка вдавленных по краям. В пораженных клубнях отмечены большие полости, покрытые серовато-черным стелющимся мицелием возбудителя фомоза или пушистым мицелием фузариоза, окрашенных в зависимости от вида гриба в белый, оранжевый или красноватый цвета. Под кожурой и на поверхности полостей видны пикниды возбудителя фомоза.

Фузариозно-фитофторозно-бактериальная гниль протекает по типу сухой гнили. На разрезе клубня видны язычки фитофторы, небольшие полости с мицелием и мацерированная темно-коричневая ткань. Во влажных условиях появляется мокрая гниль светло-оранжевого или светло-коричневого цвета с небольшими полостями и без мицелия. На поверхности клубня развиваются спородохии фузариев или конидиальное спороношение фитофторы.

Фузариозно-фомозно-бактериальная гниль протекает в основном по типу сухих гнилей. На поверхности клубня встречаются пикниды возбудителя фомоза. Внутри клубня полости заполнены пыльным белым, оранжевым или красноватым мицелием фузариев и грязно-белым стелющимся мицелием *P. exigua*. Вокруг полости образуется твердое коричневое загнивание, вызываемое в основном бактериями рода *Bacillus*. Между здоровой и больной тканью наблюдается темная полоса.

Взаимоотношения грибов и бактерий при смешанных инфекциях разнообразны и зависят от вида патогена и температуры. Так, при смешанных инфекциях грибов и бактерий синергизм отмечен при инфицировании клубней видами рода *Fusarium* и возбудителем черной ножки при +5-+20 °С, фитофторозно-бактериальном – при +15-+20 °С, фомозно-бактериальном – при +10 °С. Грибные компоненты усиливают действие друг друга при +15-+20 °С, однако между возбудителями фомоза и

фитофтороза при любых температурах наблюдаются антагонистические взаимоотношения.

ВРЕДНЫЕ ОРГАНИЗМЫ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ПРОЯВЛЕНИЮ КЛУБНЕВЫХ ГНИЛЕЙ

Болезни картофеля

Парша обыкновенная вызывается стрептомицетами (в основном *Streptomyces scabies*). Развитию болезни способствуют сухая и жаркая погода, умеренные осадки в период клубнеобразования. Урожай клубней снижается на 15-40 %, содержание крахмала в них – на 5-30 %, ухудшаются их товарные и вкусовые качества. Болезнь развивается с начала клубнеобразования и продолжается до конца вегетации. Поражаются преимущественно клубни, реже столоны и корни. Вначале на клубнях вблизи чечевичек и дыхательных пор появляются небольшие бурые пятна, которые затем разрастаются с образованием язв и струпьев. При сильном поражении почти вся поверхность клубня покрывается сплошной шероховатой коркой. Различают несколько форм парши обыкновенной: плоскую паршу (поражается кожуря, преимущественно молодых клубней, края язв на одном уровне с поверхностью клубня); сетчатую паршу (образуется сплошная поверхностная шероховатость в виде неглубоких канавок, пересекающихся в разных направлениях); выпуклую паршу (проявляется вначале в виде небольших конусовидных углублений, позднее поднимающихся над поверхностью клубней в виде бородавок или струпьев); глубокую паршу (на более старых клубнях образуются язвы глубиной до 0,5 см, окружённые разорванной кожурой). Больные клубни имеют непривлекательный вид, лёжкасть их снижается из-за развития сухих и мокрых гнилей. Высаженные в поле, они плохо всходят, сильнее поражаются фитофторозом. Инфекция сохраняется в почве и на семенных клубнях. Поражение клубней возрастает при внесении свежего навоза.

Ооспороз (бугорчатая парша), заболевание картофеля, вызываемое несовершенным грибом *Oospora pustulans*. Ооспороз сильнее проявляется на лёгких почвах при повышенной влажности и прохладной погоде. Оптимальные условия для заражения клубней складываются при температуре +4 °С и относительной влажности воздуха 100 %. Вызывает отмирание почек глазков в семенных клубнях, что приводит к изреживанию посадок и может вызвать потери урожая до 35 %. Поражение становится заметным через 2-5 месяцев после закладки картофеля на хранение, хотя заражение происходит ещё в поле в период клубнеобразования. На поверхности клубней около глазков и чечевичек появляются бурые, закрытые кожицей бугорки (пустулы) диаметром до 5 мм, отграниченные от здоровой ткани слегка вдавленным кольцом опробковевших клеток. Неразрушенная кожица закрытых пустул позволяет легко отличить ооспороз от других видов парши картофеля. Пустулы (формы и размеры которых зависят от сорта

картофеля) часто сливаются и покрывают значительную часть поверхности клубня. В клубнях, поражённых ооспорозом, снижается содержание крахмала, сырого белка, аскорбиновой кислоты, они чаще подвержены заражению возбудителями клубневых гнилей, ризоктониозом, стеблевой нематодой. При высокой влажности на поражённых тканях образуется серовато-белый налёт конидиального спороношения гриба. Болезнь распространяется на корни, столоны и основания стеблей, на которых появляются поверхностные бурые расплывчатые пятна с поперечными трещинами. Заражение происходит как в поле, так и в хранилище через чечевички, глазки и механические повреждения. Инфекция сохраняется на больных клубнях, растительных остатках и в почве. Поздние сроки уборки картофеля способствуют усилению вредоносности болезни.

Порошистая парша вызывается миксомицетом *Spongospora subterranea*. Распространена главным образом на тяжёлых глинистых и суглинистых почвах. Заболевание усиливается при повышенной влажности и кислотности почвы (рН 4,7-5,4), умеренной температуре (12-18 °С) в 1-ой половине вегетации; наиболее вредоносно при бессменной культуре картофеля. Порошистой паршой поражаются подземные части стеблей, столоны, клубни и особенно корни. Обнаруживается в период уборки картофеля. На свежевыкопанных клубнях видны светлые студневидные пустулы диаметром 3-10 мм, которые на воздухе темнеют и разрываются, образуя язвы. В отличие от язв парши обыкновенной окружены звездообразно разорванной кожицей и заполнены порошкообразной бурой массой из клубочков спор гриба, которые могут сохранять жизнеспособность в почве до 5 лет. Поражённые клубни легче заражаются возбудителями клубневых гнилей, при наличии глубоких язв теряют товарный вид, преждевременно усыхают. На корнях, столонах и стеблях больных растений образуются белые наросты различной формы и величины, напоминающие рак картофеля, которые постепенно буреют и распадаются. Заражению способствуют раскрытые чечевички клубней, механические повреждения корней. Внедрение возбудителя болезни – амебоида может происходить и через неповреждённую кожицу, которую он подвергает ослизнению. Источниками инфекции являются заражённый посадочный материал, почва и навоз.

Рак картофеля вызывается хитридиевым грибом *Synchytrium endobioticum*. Карантинная болезнь. Развитию болезни способствуют повышенная влажность почвы (60-80 %) и температура (9-19 °С). При выращивании восприимчивых сортов потери урожая могут достигать 50 % и более. Болезнь особенно прогрессирует на приусадебных участках при монокультуре картофеля. Вредоносность болезни велика: нормальных клубней практически не получают, а больные не годятся для употребления в пищу, на корм скоту и для технических целей. Поражаются все органы растений, кроме корней. Однако в полевых условиях заболевание встречается почти исключительно на клубнях, столонах, корневой шейке, причём даже при сильном поражении клубней и столонов наземная часть куста не

угнетается и выглядит нормально. Преимущественно возле глазков образуются крупные мясистые кораллообразные наросты, напоминающие соцветие цветной капусты – разросшиеся паренхимные клетки, содержащие возбудителя болезни: одноклеточный гриб со сформированным вегетативным телом – плазмодием. Наросты различны по величине – от небольших горошин до превышающих по размерам клубень; вначале они светлые, позже буреют и разлагаются, в результате чего клубни быстро и полностью гнивают. На клубнях наблюдают и другие формы рака: листовидную (разрастание глазковых чешуек), паршеобразную или лишаевидную (наподобие парши обыкновенной), гофрированную (возникает в засушенные годы, поверхность клубня морщинистая с наплывами и углублениями), кратеровидную (образуются выпуклые округлые образования с острыми краями на верхушке и углубленной серединой). При поражении столонов клубни, как правило, не образуются, но столоны продолжают расти и на них возникают цепочки с 4-5 наростами. На надземных органах растений заболевание чаще всего проявляется на основных стеблях и боковых веточках: в пазухах листьев образуются зелёные наросты; при поражении листьев их пластинки утолщаются и деформируются, а конечная доля превращается в сплошной нарост; соцветия могут превращаться в наросты причудливой формы, иногда наблюдается поражение только тычинок. Лучший срок обнаружения заболевания – период уборки. Возбудитель рака картофеля – обязательный паразит с узкой филогенетической специализацией – поражает только растения семейства паслёновых. Цикл его развития длится 10-12 суток, поэтому за вегетационный период возможны несколько поколений. Кроме обычной расы выявлены 3 расы возбудителя (межгорская, раховская, буковинская), способные поражать устойчивые сорта. По международной номенклатуре, принятой европейской и средиземноморской организацией по защите растений (ЕОЗР) зарегистрировано более 20 новых патотипов возбудителя болезни. Инфекция сохраняется в виде зимних зооспорангиев (цист) в почве (до 30 лет), ботве, клубнях. Основным источником инфекции – больные клубни и почва. Инфекция может также распространяться с сельскохозяйственным инвентарём, навозом, талыми водами.

Серебристая парша вызывается несовершенным грибом *Helminthosporium solani*. Чаще развивается на лёгких почвах при повышенной температуре в период клубнеобразования. Снижает товарные качества клубней, особенно в связи с реализацией мытого картофеля, всхожесть семенных клубней, способствует образованию слабых и нитевидных ростков. Поражаются клубни, на которых при уборке заметны серовато-буроватые, слегка вдавленные пятна. Позже при хранении кожица клубней в районе пятен отслаивается, образуются полости, куда проникает воздух, и места поражения приобретают серебристый блеск. В условиях повышенной влажности и температуры поверхность пятен покрывается налётом спороношения гриба. Иногда на поражённых местах под кожицей образуются чёрные точечные склероции. Больные клубни легко заражаются

вторичной инфекцией и загнивают. Симптомы заболевания наиболее отчетливы весной, особенно после озеленения клубней. Возбудитель проникает в клубень, как правило, через чечевички. Основным источником инфекции – больные посадочные клубни и почва.

Мелойдогиноз вызывается галловыми нематодами – *Meloidogyne hapla*, *M. incognita* и другими видами. Наиболее вредоносен мелойдегиноз в условиях умеренного климата и в горных районах. При сильном заражении, особенно при бессменной культуре картофеля, возможна полная гибель урожая. Растения, поражённые нематодами, отстают в росте и развитии, постепенно увядают. На корнях образуются небольшие утолщения диаметром 0,5-1,5 мм – галлы и множество мелких боковых корешков. Галлы постепенно увеличиваются в размерах, сливаются и вызывают деформацию корней. В повреждённые ткани корней часто проникает грибная и бактериальная инфекция, способствующая их загниванию. Масса клубней снижается, на них заметны жемчужно-белые круглые или грушевидные образования, впоследствии разрастающиеся в бугорки, под которыми обнаруживается побуревшая ткань; клубни деформируются. Кроме картофеля эти виды нематод поражают около 300 видов культурных и дикорастущих растений, особенно в защищённом грунте. Распространяются галловые нематоды с почвой, клубнями картофеля и корнеплодами, различными укоренёнными растениями, а также почвообрабатывающими орудиями, водой и ветром. Нематоды сохраняются в почве, на растительных остатках, в семенных клубнях.

Вредители картофеля

Озимая совка (*Scotia segetum*) – насекомое отряда бабочек. Широко распространена в зоне возделывания картофеля. Вредоносны гусеницы, повреждающие до 150 видов растений. У картофеля подгрызают стебли на уровне почвы, в клубнях выгрызают полости с нетронутой по краям кожицей. При массовом появлении гусеницы могут повреждать до 50 % клубней. Гусеницы 1-го возраста светлые, более поздних возрастов землисто-серые, матовые или глянцевые. На спине и по бокам темные узкие полосы. 8 пар ног. Длина гусеницы 50-52 мм.

Восклицательная совка (*Scotia (Agrostis) exclamationis*) – насекомое отряда бабочек; один из вредителей картофеля. По распространению, биологии и вредоносности сходна с озимой совкой.

Картофельная моль (*Phthorimaea operculella*) – насекомое отряда бабочек. Опасный вредитель картофеля, табака, баклажанов, томатов и других паслёновых. Относится к объектам карантина. Вредоносны гусеницы. Вредоносность картофельной моли заключается в снижении урожая клубней, ухудшении его семенных и товарных качеств, потере урожая в местах его хранения. В отдельные годы уничтожает до 80 % урожая клубней. Кроме картофеля гусеницы повреждают томаты, перец и дикорастущие пасленовые. Признаки повреждения картофеля молью проявляются в виде минирования

листьев и стеблей, а также протачивания узких ходов под кожурой или внутри клубней (1 гусеница делает 3-4 хода). Характерным признаком повреждения является наличие экскрементов на поверхности и в ходах клубней, а также в минах листьев и стеблей. Стебли выше места повреждения отмирают, листья оплетены паутиной, на клубнях в местах проникновения гусениц появляется фиолетовая окраска. Популяция картофельной моли в благоприятных условиях зимнего периода сохраняется в стадии закончивших питание гусениц IV возраста и куколок в поле (под растительными остатками в верхнем слое почвы до 5-7 см, в клубнях и остатках стеблей, присыпанных почвой) и в местах хранения урожая. При благоприятной температуре в насыпи картофеля вредитель может развиваться и размножаться в зимний период. Во время вегетации местами резервации вредителя являются посадки картофеля, томатов и других пасленовых культур, а также дикорастущие растения семейства пасленовых. Расселение насекомого с мест резервации происходит в результате активного лета бабочек, а также с поврежденными клубнями картофеля и продукцией других пасленовых культур.

Проволочники или личинки жуков-щелкунов (*Elateridae*) среди вредителей картофеля наиболее распространены в последние годы. В настоящее время известно более 25 видов вредных щелкунов, повреждающих корни и подземные части стеблей, выгрызающих высеянные семена, клубни и корнеплоды. В Беларуси чаще всего встречаются блестящий (*Selatosomus aeneus* L.), полосатый (*Agriotes lineatus* L.), темный (*Agriotes obscurus* L.), черный (*Athous niger* L.), широкий (*Selatosomus latus* F.) и другие виды щелкунов. Картофель является культурой, которая в очень сильной степени страдает от повреждений проволочниками. Вредоносность личинок проявляется в основном во второй половине лета с началом образования клубней. Повреждения личинками маточных клубней, если они и бывают, то обычно мало сказываются на развитии растений. В отдельных случаях, когда проволочники перегрызают ростки, может наблюдаться изреживание посевов и задержка в росте поврежденных кустов. На растениях проволочники вбуравливаются в нижнюю часть стеблей, поедают корни и столоны. Поврежденные кусты картофеля увядают. Вред, причиняемый личинками молодым клубням, проявляется почти с самого начала их образования. Ранки, нанесенные молодым клубням, обычно затягиваются и обнаруживаются по неровностям на поверхности клубней, имеющим вид воронкообразных вмятин. Значительное снижение товарной ценности клубней вызывают ходы, которые выгрызают личинки старших возрастов. Иногда они пронизывают клубень насквозь. Кроме этого, снижение качества картофеля связано с тем, что нарушение целостности покрова открывает доступ для возбудителей грибных и бактериальных заболеваний и приводит к гниению клубня во время хранения. Личинки проволочников при средней численности 6-8 штук на 1 м² повреждают до 60 % клубней. На посевах картофеля решающее значение во вредоносности проволочников принадлежит погодным условиям в период образования клубней. При сухой погоде вред их усиливается, так как в иссушенной почве личинки больше

нуждаются в питании сырым кормом и особенно активно вбуравливаются в клубни, защищаясь одновременно от потери влаги в организме через покровы. Известно, что относительно небольшая заселенность земель проволочниками, порядка 5-10 экземпляров на 1 м² в условиях засухи может вызвать значительное повреждение клубней картофеля, а при повышенной влажности – не имеет практического значения.

Хрущи. Картофелю вредят 2 вида майских жуков: западный (*Melolontha melolontha* L.) и восточный (*M. hippocastani* F.). Оба вида широко распространены, повреждают клубни, вызывая снижение их семенных и товарных качеств. Поврежденные жуками клубни сильнее поражаются грибными и бактериальными болезнями. Вредители выгрызают в клубнях полости без остатков кожуры по их краям. Популяции хрущей в зимний период сохраняются в стадии жуков и личинок в почве на глубине до 150 см. В вегетационный период личинки обитают в зоне корней и клубней. Расселение насекомых из мест резервации происходит за счет активного лёта жуков. Жуки удлиненно-овальной формы с отростком на конце тела, усики пластинчатые, надкрылья красно-бурого цвета с сероватым налетом, грудь и брюшко черного цвета. Длина тела 20-30 мм, ширина 8-12 мм. Яйца овальной формы, прозрачно-белые. Длина яиц около 2 мм, ширина 1 мм. Личинки С-образной формы, сегментированы, с 3 парами грудных ног различной длины, голова и ноги светло-коричневого цвета, туловище от белого до желто-белого цвета. Длина тела до 60-65 мм. Куколки по форме и размерам подобны жукам преимущественно белого цвета. Массовый лёт жуков проходит в мае – июне в сумерки. После обязательного питания на листьях деревьев и кустарников и спаривания самки откладывают яйца группами в почву. Эмбриональное развитие яиц длится около 1 месяца, личинки в почве живут 3-4 года, куколки – 2-3 недели. В условиях Беларуси 1 поколение проходит весь цикл превращений за 4-5 лет.

Луковый корневой клещ (*Rhizoglyphus echinopus*) вызывает «клещевую паршу» клубней картофеля. Распространен повсеместно. Наиболее вредоносен при хранении картофеля рядом с луковицами овощных, цветочных культур и корнеплодами. Вначале на клубнях появляются коричневые пятна, на которых затем образуются глубокие зигзагообразные трещины. При сильном поражении клубни становятся струпьевидными. Клещи легко обнаруживаются в трещинах с помощью лупы. Проникновению их в клубень способствуют различные механические повреждения кожицы, а также поражение паршой обыкновенной. У сортов с тонкой кожурой клещи могут проникать непосредственно через неё. Во время хранения картофеля возможны новые перезаражения. Пораженные клубни легко гнивают. Картофель, пораженный «клещевой паршой», к использованию на пищевые цели непригоден. Корневые клещи влаголюбивы. При относительной влажности воздуха в хранилище 60 % и ниже развитие клещей приостанавливается. На поля, приусадебные и дачные участки клещ попадает главным образом с зараженным посадочным материалом.

Медведки. На картофеле вредят обыкновенная медведка (*Gryllotalpa gryllotalpa* L.), одношипная (*G. unispina* Sauss.) и дальневосточная (*G. africana* Pal.). Распространены медведки широко, но вредят ограниченно, в основном на низменных увлажненных или орошаемых участках. Вызывают снижение урожая клубней, их семенных, товарных качеств и лежкоспособности. Подгрызают корни и стебли картофеля, вызывая тем самым увядание и гибель растений. Медведки вредят и клубням, выгрызая мякоть. Вредители зимуют в стадии имаго и личинок старших возрастов в почве на глубине до 80 см, чаще на участках богатых перегноем. Во время вегетации обитают в зоне корней и клубней. Расселение насекомых из мест резервации происходит за счет активного лета взрослых особей. Имаго удлиненной формы, четко сегментированные, передние ноги широкие, плоские, зубчатые, приспособленные для рытья почвы, передние крылья кожистые, укороченные, задние – перепончатые, на конце брюшка длинные выросты. Окраска тела бархатисто-каштановая, длина – от 25-33 до 35-50 мм. Яйца эллиптической формы, оливковые, длиной около 4-5 мм. Личинки по форме тела похожи на взрослых особей, от белого до черно-каштанового цвета. Длина тела от 5-6 до 20-30 мм. На поверхности почвы вредители появляются весной при прогревании почвы на глубине 20 см до 9-10 °С. Самки после спаривания откладывают яйца в почву в гнезда по 100-500 шт. на глубине 10-20 см. отродившиеся через 10-15 дней личинки живут в гнездах 2-3 недели, а затем расползаются и устраивают индивидуальные ходы. Развивается одно поколение.

МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ КЛУБНЕВЫХ ГНИЛЕЙ

Визуальный метод диагностики растений картофеля, пораженных болезнями, проводится по внешним признакам и обычно предшествует остальным способам. Визуальная диагностика включает в себя анализ симптомов поражения, микроскопическое исследование пораженных частей растений, выделение и последующую идентификацию возбудителя болезни.

Признаки болезней, причиной которых являются бактерии, часто сходны с симптомами заражения фитопатогенными грибами, иногда вирусами. Однако у болезней бактериального происхождения есть характерные особенности: водянистость и маслянистость пораженных тканей. Кроме того, на них часто наблюдается бактериальный экссудат. Проявляются бактериозы картофеля в виде увядания и гнилей.

Для более точного определения причины заболевания необходимо проведение микроскопического анализа тканей пораженного растения. Все микроскопические исследования проводятся на свежем растительном материале, лучше с начальной стадией развития заболевания. Они позволяют установить присутствие бактерий в растении.

В том случае, если на основании анализа симптомов болезни на растениях и микроскопического исследования возникает предположение о

бактериальной природе заболевания, то на следующем этапе диагностики бактерии выделяют в чистую культуру.

Работа с фитопатогенными бактериями требует большой тщательности. Бактерии очень легко могут быть перенесены с одних растений на другие с инструментом, руками и т.д. Чистота рабочего места и рук, обеззараживание рабочего инструмента и посуды, наличие соответствующего оборудования, обеспечение стерилизации материалов, полная ликвидация использованного растительного материала – обязательные условия успешной работы.

Для достоверного установления грибной или бактериальной этиологии болезни необходимо в соответствии с правилом Коха выполнять следующие требования:

- выделить возбудителя болезни в чистую культуру;
- путем инокуляции растений чистой культурой возбудителя получить на растениях те же симптомы, которые наблюдаются на исходных больных растениях;
- повторно изолировать возбудителя из искусственно зараженных растений;
- сравнить реизолированного возбудителя с исходным;
- оба возбудителя должны быть идентичными.

Для проверки на патогенность применяют растения картофеля. Исследуемые чистые культуры используют в возрасте 24-48 ч. Грибы и бактерии смывают стерильной водой и полученную суспензию доводят до требуемой концентрации. Приготовленную суспензию используют для заражения растений.

Бактериальная природа заболевания считается доказанной в тех случаях, когда при искусственном заражении растений картофеля появляются типичные симптомы черной ножки, кольцевой гнили и т.д.

Метод растений-индикаторов. Одним из способов диагностики черной ножки картофеля является тест на мокрую гниль по Штаппу. Он основан на способности возбудителя болезни быстро разрушать ткань клубня картофеля. Клубни картофеля тщательно моют, поверхностно стерилизуют и нарезают на половинки или ломтики. Пораженную ткань исследуемого материала растирают и смешивают с водой. Полученную суспензию пипеткой наносят на кусочки клубней таким образом, чтобы они были полностью покрыты ею. После этого материал помещают в термостат и выдерживают в течение двух суток при 20 °С. Если в анализируемом растительном материале присутствовали возбудители мокрой гнили, например *Erwinia carotovora subsp. carotovora*, то ткань размягчается и загнивает. Для выявления возбудителей мокрой гнили вместо клубней картофеля можно использовать ломтики луковиц лука или моркови.

Тест на растениях баклажана и томата для обнаружения *Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus* – возбудителя кольцевой гнили картофеля. Растения баклажана и томата выращивают из протравленных семян при 22-25 °С. Инокулируют баклажаны в фазе двух-трех настоящих листьев, томаты

– в фазе 4-6 листьев, когда стебли растений достигают в диаметре 1,5 мм. Бактериальную суспензию готовят путем смыва 7-дневной чистой культуры бактерий или из измельченной пораженной ткани и вводят шприцем с очень тонкой иглой в верхушки стеблей. При температуре инкубации 20-25 °С бактерии активно размножаются в растениях. Симптомы поражения – одностороннее увядание, пожелтение, деформация листьев – появляются через 15-35 дней после инокуляции в зависимости от концентрации суспензии. Появление типичных симптомов указывает на присутствие возбудителя.

Визуальный метод диагностики бактериозов и метод растений-индикаторов характеризуются низким уровнем достоверности и не позволяют выявить скрытую зараженность растений картофеля возбудителями бактериальных болезней. Баклажанный тест, кроме того, характеризуется длительным периодом инкубации – до 6 недель.

В настоящее время в семеноводстве картофеля широко используются методы серологической диагностики бактериозов.

Метод окраски фитопатогенных бактерий по Граму. Метод назван по имени автора, предложившего этот способ окраски, основанный на том, что одни бактерии легко красятся (положительная окраска по Граму), другие бактерии – не окрашиваются (отрицательная окраска по Граму). Сущность метода заключается в следующем. Анализируемый материал, в котором предполагается наличие возбудителей бактериальных болезней, тщательно промывают водой, обсушивают фильтровальной бумаге и делают срез. Затем пинцетом выдавливают на обезжиренное стекло каплю растительного сока и растирают ее глазной палочкой, т.е. делают мазок. Последний должен быть достаточно тонким, чтобы бактериальные клетки равномерно распределялись по поверхности стекла, не образовывали скоплений и можно было их тела просматривать под микроскопом. Мазок высушивают на воздухе и фиксируют над пламенем горелки. На мазок наносят капли карболового раствора генцианвиолета (10 мл насыщенного спиртового раствора препарата + 90 мл 2,5 %-ного фенола) на 2-5 мин. Затем краситель сливают и, не промывая водой, обрабатывают раствором Люголя (2 г КJ растворить в небольшом количестве дистиллированной воды, добавить 1 г йода и довести объем до 300 мл) 1-2 мин. до почернения. Сливают раствор Люголя (затем необходимо обтереть фильтровальной бумагой следы засохшей краски вокруг мазка) и обрабатывают препарат для обесцвечивания 96 %-ным спиртом в течение 1 мин. (при этом спирт наливают на мазки, слегка покачивая стекло, и меняют его несколько раз, либо данный прием проводят в химическом стакане, опуская стекло в спирт). В ряде случаев, чтобы исключить сильное обесцвечивание клеток к спирту добавляют йод (2 мл 10 %-ного спиртового раствора йода на 100 мл этанола). Затем препарат промывают водой и проводят дополнительное контрастирование (окрашивание) карболовым фуксином (маточным раствором – 1-2 сек., разведением – 1-2 мин.) (карболовый фуксин можно заменить 1 %-ным сафранином, увеличив время анализа до 3-5 мин.). Далее препарат сливают,

тщательно промывает водой, высушивают на воздухе и микроскопируют с иммерсионной системой. При позитивной реакции наблюдают окрашивание грамположительных микроорганизмов в темно-синий цвет. Грамотрицательные бактерии имеют цвет от бледно-розового до красного.

Если идентифицируют данным способом чистую культуру микроорганизмов, то поступают аналогичным образом. Для уверенности в правильности окрашивания и диагностики патогена в качестве контроля используют заведомо известные грамположительную (*Bacillus mesentericum*, *Cor. sepeidonicum*) и грамотрицательную (*Escherichia coli*, *E. phytophthora*) чистые культуры бактерий. В этом случае в центре предметного стекла помещают мазок исследуемого изолята, а справа и слева от него – контрольных штаммов. Как правило, для данного теста используют 1-2-дневную культуру бактерий.

Для разграничения грамотрицательных и грамположительных бактерий можно применять следующий метод. Используемый в качестве реагента 30 %-ный раствор КОН, в количестве одной-двух капель помещают на предметное стекло. Испытываемый материал (1-2 капли) растирают петлей в данном растворе, наблюдая за его свойствами. Если он становится вязким, слизистым и тянется за петлей на расстоянии 1,5-2 см и более, пробу считают грамположительной, а испытываемую культуру микроорганизмов – грамотрицательной, и наоборот.

Методы иммунологической диагностики бактерий основываются на специфической реакции их белков (активных антигенов) при введении этих микроорганизмов в кровь животных, вызывать у них ответную реакцию в виде образования в крови соответствующих антител. Плазма крови, освобожденная от кровяных тел, является (анти)сывороткой (ее хранят в холодильнике при 2-3 °С). Серологический анализ применяется при работе с чистыми культурами микроорганизмов и при их выявлении в растительном материале (сок или экстракт из пораженного материала стеблей и клубней). Специфика серологической реакции состоит в прочном соединении антител с частицами антигена. Ее чувствительность зависит от выбираемого метода исследований, от состояния антигена и активности приготовленной сыворотки.

Разработано много методов и их модификаций, но ниже описаны лишь наиболее важные и часто употребляемые.

Реакция агглютинации – наиболее распространенный и легкодоступный способ. На обезжиренное предметное стекло наносят каплю (диаметром 5 мм) слабозабавленной суспензии определяемого микроорганизма и смешивают с каплей диагностической сыворотки, полученной от иммунизированных кроликов. При проверке серологической активности штаммов применяют водную суспензию 1-2 суточной культуры микроорганизмов. Контролем служит смесь той же суспензии с нормальной сывороткой неиммунизированных животных. Капли смешивают стеклянной (глазной – с шариком на одном конце и лопаточкой на другом) палочкой, начиная с контроля и нормальной сыворотки. Смешанные капли инкубируют

30-60 мин при 20-24 °С. Стекла помещают в чашку Петри с влажными дисками фильтровальной бумаги на дне и крышке. Для анализов результатов работы лучше использовать бинокуляр.

При положительном результате в капле смеси образуются светлые хлопьевидные сгустки с мозаичным рисунком, подвижные при любом движении предметного стекла (с подсвечиванием каплей снизу зеркальцем). При отрицательной реакции не отмечают никаких хлопьев, хорошо видно равномерное помутнение. Смесь бактериальной суспензии с нормальной сывороткой не должна давать хлопьев; если они появились, необходимо повторить анализ. Зерна крахмала и лейкопласты находятся в невзвешенном состоянии на поверхности стекла и менее подвижны при покачивании последнего. При появлении в контрольной капле осадка, что свидетельствует о неспецифичности реакции, эту работу следует повторить.

Точно также поступают при серологическом анализе с растительной тканью, имеющей внешние симптомы поражения возбудителем кольцевой гнили или черной ножки. Растительный материал (стебли картофеля) хорошо промывают водой и просушивают фильтровальной бумагой. Затем с помощью пинцета или пресса Магницкого выжимают на предметное стекло 2 капли растительного сока на расстоянии 2-3 см друг от друга: в правую добавляют 1-2 капли диагностической сыворотки, в левую – контрольной. Капли перемешивают разными концами глазной палочки. Слабо покачивая предметное стекло круговыми движениями, можно просматривать результаты анализа невооруженным глазом, подсвечивая снизу зеркальцем, либо под бинокуляром при небольшом увеличении. В случае положительной реакции наблюдают хлопьевидные сгустки осадка и ее просветление. Смесь с контрольной сывороткой остается равномерно мутной. При небольшой концентрации бактерий в растительном материале экспозицию данного способа увеличивают до 10-30 мин. Для ускорения реакции агглютинации предметное стекло подогревают над пламенем спиртовки или помещают во влажную камеру при температуре 35-40 °С.

Аналогичным образом анализируют больные клубни при наличии нечетких или сомнительных признаков заболевания. Из пораженного материала картофеля готовят гомогенную массу, растирая кусочек растительной ткани размером 1 см³ с 9 мл воды, фильтруют и используют в работе вытяжку. При сильном загнивании клубневого материала петлей переносят комочки гнилой массы в капли сывороток и анализируют.

Анализ больных стеблей можно проводить на свежем материале, когда его приносят с поля, либо в высушенном виде (не позднее 3 месяцев). Стебли, доведенные до воздушно-сухого состояния, хранят в бумажных пакетах. Перед анализом их намачивают в воде в течение 1 ч, обсушивают фильтровальной бумагой и через двойной слой марли выжимают вытяжку, с которой проводят сероанализ.

Для выявления скрытой бактериальной инфекции в клубневом материале этим методом рекомендуют предварительно активизировать

деятельность бактерий, для чего растительной материал помещают при относительной влажности 100 % и температуре 20-22 °С на 10-15 суток.

Коагутинация со стафилококком основывается на способности непатогенного штамма золотистого стафилококка (*Staphylococcus aureus*) сорбировать на своей поверхности γ -глобулиновую фракцию крови, в которой сосредоточены антитела. Специфические антитела диагностических сывороток также можно сорбировать стафилококком, при этом образуется иммуносорбент, способный вступать в реакцию с гомогенным антигеном. Консервированная сыворотка предварительно освобождается от фенола (консерванта) и концентрируется преципитацией сернокислым аммонием (до 50 % насыщения) с последующим диализом. Затем 0,1 мл сыворотки соединяют с 1 мл 20 % взвеси стафилококка и перемешивают на магнитной мешалке в течение 1 ч. Смесь разбавляют 9 объемами трисбуфера 0,1 М рН 8,0, отмывая, таким образом, стафилококк от избытка антител. Центрифугирование проводят при 5000 об./мин в течение 15 мин, осадок аккуратно суспендируют в том же буфере, доводя плотность стафилококка до 2 %. Аналогичным образом готовят стафилококк с контрольной кроличьей сывороткой. Полученный реагент представляет собой гомогенную взвесь цвета разбавленного молока. Реакция коагутинации со стафилококком наступает тотчас и усиливается в течение 1-2 мин, проявляясь в виде образования крупных хлопьевидных агрегатов, хорошо видимых визуально. Смесь бактериальной суспензии с контрольным стафилококковым реагентом остается гомогенно мутной. Эффективность коагутинации со стафилококком, по сравнению с простой капельной агглютинацией, на порядок выше.

Двойная иммунодиффузия (реакция преципитации) в агаре по Ухтерлони. В качестве антигена используют не целые бактериальные клетки, а содержащиеся в них белки. Эту реакцию проводят после соответствующей обработки бактериальных клеток различными способами, например, с помощью добавления к 1 мл бактериальной суспензии высокой плотности 1-2 капель насыщенного раствора фенола. Методика постановки двойной иммунодиффузии сводится к следующему: 1 % агар высшей очистки готовят на кипящем калийно-фосфатном буфере (рН 7,0) и добавляют 0,02 г азиды натрия. Горячий агар фильтруют через вату и по 15 мл разливают при температуре 60-70 °С в чашки Петри диаметром 10 см, установленные на горизонтальной плоскости. После застывания в агаре пробочным сверлом диаметром 6 мм в каждой чашке вырезают группами по 4 или 6 лунок (колодцев), располагая их крестообразно вокруг центральной лунки (схема размещения лунок зависит от числа проверяемых микроорганизмов). Для выполнения этой работы рекомендуют использовать шаблон, подкладывая его под каждую чашку. Расстояние между центральной и периферическими лунками должно составлять 2-3 мм. В центральную лунку вносят антисыворотку, в боковые – подготовленные тест-препараты (антигены). В качестве контроля используют лунку с нормальной антисывороткой. Если необходимо получить реакцию тест-организма с антисывороткой, в принципе

достаточно одной пары лунок. Вместо них в агаре можно также вырезать 2 бороздки и заполнить антисывороткой и суспензией подготовленных бактериальных клеток, используя для этой цели предметное стекло. Реакция происходит при комнатной температуре по истечении 1-2 суток либо в течение 2 недель (при хранении в холодильнике). Растворимые антисыворотка и антигены диффундируют в окружающий агар во всех направлениях. При положительном результате между центральной и боковыми лунками происходит реакция преципитации, внешним проявлением которой служит возникновение между лунками поперечных полос молочно-белого цвета, хорошо видимые на фоне прозрачной среды при боковом освещении.

Иммунофлуоресцентный метод основывается на применении иммунных глобулинов (антител), в которые введены флуоресцирующие красители, то есть, как бы мечены специальными соединениями – флуорохромами. Такие комплексы, сохраняя специфические свойства антител, могут ярко флуоресцировать в ультрафиолетовом или фиолетово-синих лучах. Препараты просматривают на темном фоне через бледно-желтый фильтр, исключая прохождение ультрафиолетовых лучей и дальнего синего света.

Для присоединения флуорохромов к иммунным белкам используют флуоресцирующие соединения, имеющие функциональные группы, через которые происходит прочная химическая связь с белком. В качестве метки чаще всего применяют изотиоционат флуоресцеина. Такое соединение флуорохрома и глобулинов носит название “конъюгат”. Конъюгированные иммунные глобулины сохраняют способность специфически соединяться гомологическими антигенами.

В зависимости от того, как изотиоционат флуоресцеина может соединяться с антителами, различают прямой и непрямой варианты реакции иммунофлуоресценции.

Если эта реакция происходит напрямую, то есть краситель непосредственно взаимодействует с антителами, реагирующими с соответствующими антигенами, то этот вариант называют прямым. Для его выполнения на чистое обезжиренное стекло пастеровской пипеткой наносят каплю суспензии патогена, высушивают на воздухе и фиксируют над пламенем горелки. На фиксированный препарат наносят каплю флуоресцирующей сыворотки и инкубируют 20-30 мин во влажной камере, например, чашке Петри, на дно которой подложена влажная фильтровальная бумага. По завершении окрашивания препарат промывают дважды в 0,01 М фосфатном буфере (рН 7,4) по 10 мин с целью удаления лишних (несвязанных) с антителами флуоресцирующих антител. Затем препарат быстро ополаскивают в бидистиллированной воде и высушивают на воздухе.

Проведение непрямого варианта иммунофлуоресцентного метода несколько сложнее и осуществляют следующим образом. Предварительно иммуноглобулинами кролика иммунизируют осла и от последнего получают свои ослиные антитела, которые используют после присоединения

флуоресцеина для окрашивания любого комплекса антител кролика с антигенами. При выполнении этого варианта иммунофлуоресцентного метода на препарат, содержащий бактерии, первоначально наносят специфическую иммунную, но не флуоресцирующую сыворотку. Через 15-20 мин ее смывают дистиллированной водой, дважды обрабатывают препарат фосфатным буфером аналогично как в прямом варианте. Затем на то же место наносят флуоресцирующую ослиную сыворотку и выдерживают во влажной камере 20-25 мин. После этого стекла с препаратом высушивают на воздухе и просматривают под люминесцентном микроскопом, используя иммерсионный объектив $\times 90$. При работе применяют нефлуоресцирующее иммерсионное масло. При положительной оценке наблюдают зеленоватое свечение по периферии бактериальной клетки.

Непрямой вариант иммунофлуоресцентного метода имеет ряд существенных преимуществ перед прямым вариантом и получил более широкое применение, так как можно иметь только одну флуоресцирующую антикроличью сыворотку (ослиная сыворотка против глобулинов кролика) и использовать ее при проведении работ с широким набором комплексов “антиген-антитело”, полученных на основе кроличьей сыворотки.

Перед просмотром анализируемых препаратов одним из этих вариантов важно качественно оттитровать сыворотки и конъюгаты, проведя реакции с гомологичными культурами, чтобы выбрать их оптимальные разведения. При анализе просматриваемых образцов целесообразно иметь контроли (известные штаммы), так как возможны неспецифические реакции из-за контактов меченых антител с растительными тканями либо из-за аутофлуоресценции в ряде случаев самого растительного материала.

Иммуноферментный анализ (ELISA-тест, ИФА) наиболее чувствительный из доступных в настоящее время методов диагностики. Основывается на мечении антител специальными ферментами, формирующими с антителами прочные комплексы (конъюгаты) и на адсорбции иммуноглобулинов (антител) на поверхности органических полимеров (полистирола и поливинилпирролидона). Наличие бактериального антигена в анализируемом материале фиксируют по появлению цветной ферментативной реакции, происходящей в результате оседания конъюгата на стенках лунки палеты.

Метод дает количественные результаты, так как степень окраски субстрата зависит от плотности бактерий в анализируемом материале. Для получения количественных показателей используют фотометр, который показывает числовые характеристики поглощения света окрашенного продукта ферментативной реакции в оптических единицах. Для достоверного разграничения фоновых значений абсорбции (A_{490}) и положительных результатов применяют формулу:

$$P = \bar{x} + 3E, \text{ где}$$

P – порог достоверности положительных результатов, \bar{x} – среднее значение A_{490} отрицательного контроля, $3E$ – тройное значение максимального отклонения A_{490} от среднего в отрицательном контроле. Все значения абсорбции A_{490} выше P считают положительными результатами.

Визуально проводят оценку результатов анализа по пятибалльной шкале степени окраски субстрата в лунках:

4 – интенсивное красновато-коричневое окрашивание (как в положительном контроле);

3 – окрашивание средней интенсивности;

2 – слабое, но хорошо заметное окрашивание, отличное от здорового контроля;

1 – едва слабое порозовение субстрата (как в здоровом контроле);

0 – полное отсутствие окрашивания (как в отрицательном контроле).

Положительная оценка считается у образцов, оцененных баллами 2, 3, 4 и визуально отличающихся от отрицательного контроля.

С помощью электронной микроскопии можно диагностировать бактерии, уточняя их размеры и характер жгутикования. Используют электронный микроскоп марки ЭВМ-100М ($\times 10-20$ тыс. раз). Стерильной иглой переносят бактериальный налет односуточной культуры с агаризованной среды в пробирку с небольшим количеством подогретой до 36°C бидистиллированной воды. Затем пробирку помещают в термостат при указанной температуре на 1 ч с целью, чтобы слипшиеся бактериальные клетки могли разъединиться. Капли образовавшейся слабой суспензии бактерий с помощью пастеровской пипетки размещают на специальные сетки с формваровой или коллодиевой пленкой. После определенной выдержки (2-3 мин) излишек воды отсасывают фильтровальной бумагой и на несколько секунд наносят капли раствора контрастера (фосфовольфрамовой, ФВК, или фосфомолибденовой кислот) на сетку, которую затем промывают в бидистиллированной воде. Сетки с фиксированными на них бактериями просматривают на электронном микроскопе. По другому способу перед просмотром сетки помещают в вакуумную камеру для напыления окисью вольфрама либо препаратами серебра.

Для приготовления формваровой пленки 100 мг формвара растворяют в 50 мл дихлорэтана. В раствор погружают на 25-30 сек. вертикально вымытое (в хромпике и дистилляте) и протертое предметное стекло. Затем его быстро вынимают и высушивают, края пленки тщательно подрезают. Затем следует подышать на пленку и предметное стекло (пленка с верхней стороны стекла) медленно погрузить в бидистиллированную воду под углом 45° таким образом, чтобы пленка отслоилась от стекла и сползла на поверхность воды. Затем пинцетом на пленку помещают сеточки для микроскопирования. Аккуратно накладывают на пленку с сеточками подготовленный по разрезу кусочек фильтровальной бумаги, дают ей промокнуть, в результате чего пленка с сеточками прилипает к ней. Фильтровальную бумагу вынимают из воды и высушивают.

Просмотр сеточек и фотосъемка бактериальных клеток на коллодиевой пленке, как более тонкой и прозрачной, чем формваровая, предпочтительнее, однако под лучами электронного микроскопа она менее долговечна. Если просмотр осуществляют не сразу, то сеточки, уже подготовленные для работы, можно на некоторый период поместить в чашку Петри, предварительно положив туда рядом влажную фильтровальную бумагу.

Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР). Применение метода ПЦР для диагностики бактериозов картофеля принципиально не отличается от диагностики этим методом вирусных, виroidных, фитоплазменных и других заболеваний. Он требует лишь наличия специфических праймеров к определенному объекту. Чувствительность метода ПЦР выше иммунофлуоресценции. Эти методы должны дополнять друг друга.

Методы диагностики грибных болезней. Все патологические изменения, происходящие в растении картофеля под воздействием фитопатогенных грибов, проявляются внешне хорошо различимыми симптомами. Для микозов наиболее типичны следующие признаки:

- образование на пораженных органах пустул спороношения, пикнид, мицелиального налета;
- изменение окраски пораженных органов (пятна, полосы);
- увядание или отмирание растений в сочетании с изменением окраски листьев, стеблей, клубней, корней или побурением сосудов стебля;
- сухие гнили;
- образование наростов на корнях и клубнях картофеля.

Многие перечисленные симптомы встречаются при заболеваниях, вызванных возбудителями других групп или абиотическими причинами. Так, изменения окраски сопровождают многие неинфекционные, а также вирусные и бактериальные заболевания; побурение сосудов (но с выделением слизи) проявляется при заражении растений бактериями и т.д.

В некоторых случаях один и тот же грибок на разных частях одного и того же растения или на разных стадиях онтогенеза растения или патогена вызывает неодинаковые симптомы. Так, возбудитель фитофтороза способен вызвать пятнистость листьев и гниль клубней.

Заражение некоторыми грибами вызывает настолько характерные симптомы, что их можно использовать для диагностики заболевания (рак, ризоктониоз, парша обыкновенная и др.).

Если причину болезни не удастся установить по симптомам, отбирают одно или несколько больных растений с корнями и приставшей к ним почвой для последующего исследования в лаборатории. Если установлено присутствие возбудителя на пораженных органах растения (например, пикниды на клубнях, склероции на стеблях или клубнях и т.д.), то достаточно отделить такие органы для последующего исследования. Идентификация возбудителя болезни включает три этапа:

- выявление и определение возбудителя непосредственно на больном растении;

- выделение возбудителя в чистую культуру (если его не удалось определить на предыдущем этапе) и идентификация по морфологическим признакам (морфология спор, спороносов и т.д.);

- проверку патогенности изолированного гриба (в сомнительных случаях) по его способности вызывать болезнь у растений.

Определение фитопатогенных грибов основано на их морфологических признаках. Особое значение имеют споры и видоизменения мицелия. По наличию мицелия устанавливается только грибная природа болезни. В дальнейшем при обнаружении на растении спороношения проводится микроскопирование объекта. В тех случаях, когда спороношение не найдено, структуры гриба можно выявить в тканях растения. Для этого из них удаляют хлорофилл, готовят срезы пораженных тканей и изучают под микроскопом. В отдельных случаях для стимулирования спорообразования у возбудителей грибных заболеваний используют "влажные камеры".

Камерой может служить любой закрытый сосуд, в котором можно создать относительную влажность воздуха 100 %. Для этого пригодны чашки Коха и чашки Петри. Дно и крышку чашки выстилают влажной фильтровальной бумагой. При этом нельзя допускать скопления воды на дне чашки, чтобы не вызвать загнивания материала.

Перед помещением во влажную камеру исследуемый материал тщательно моют проточной водой. Клубни, стебли и другие части растений поверхностно дезинфицируют спиртом или перманганатом калия. Затем материал нарезают на части для более быстрого прорастания мицелия на поверхность, при этом нож или скальпель периодически обжигают (стерилизуют). Листья раскладывают в чашке целыми или разделяют на части, если они не помещаются в ней.

Влажные камеры выдерживают при температуре 15-20 °С. Если исследуемый возбудитель хорошо растет и при более низких температурах, то устанавливают температуру 8-10 °С, которая задерживает развитие сапротрофных грибов, затрудняя выявление возбудителя. Продолжительность инкубации во влажной камере зависит от времени, которое необходимо для образования спор. Обычно этот период ограничен одним-тремя днями, но иногда продолжается до двух недель. В это время периодически контролируют влажность и при необходимости фильтровальную бумагу в чашках увлажняют.

Выделение грибных патогенов в чистую культуру проводят следующим образом. Части растений, предназначенные для выделения патогена, поверхностно дезинфицируют, промывают стерильной водой и нарезают на кусочки длиной 1-2 см. Материал размещают в чашках Петри с агар-агаром и ставят в термостат при 20 °С. Ежедневно чашки просматривают. Как только мицелий возбудителя начинает прорастать из срезов и переходит на питательный субстрат, его переносят на чистую питательную среду в другую чашку. Затем гриб определяют по типу спороношения.

Определение фитопатогенных грибов проводят преимущественно по морфологическим признакам спор. Споры диагностируют по окраске, форме, размеру, наличию перегородок и типу прорастания.

Если гриб, изолированный из пораженных частей растения, не образует спороношения, применяют методы стимуляции спорообразования, например специальные питательные субстраты, определенный режим света и температуры, высокую влажность воздуха.

Для оценки патогенности грибов, изолированных из больных растений, проводят искусственное заражение.

В качестве инфекционного материала используют споры возбудителя, их наносят на растение путем опыления, опрыскивания или мазком (суспензия). Концентрация суспензии должна быть оптимальной для каждого возбудителя. При отсутствии спор применяют для заражения мицелий в виде суспензии или проросших агаровых блоков.

Для оценки патогенности берут только восприимчивые сорта в условиях, благоприятных для заражения (свет, температура, относительная влажность воздуха). Поддержание высокой относительной влажности приобретает особое значение в период прорастания спор, в начале роста кусочков мицелия и во время проникновения возбудителя в растение. Этот период составляет, как правило, 24-48 ч.

Легко регулировать условия влажности в теплицах путем опрыскивания растений водой, можно использовать специальные влажные камеры и т.д.

Патогенность грибов в зависимости от их паразитической специализации устанавливают, заражая почву, растения или их части.

В последние годы во многих странах мира (Великобритания, Италия, США, Франция и др.) большое внимание уделяется разработке и практическому использованию иммунологических методов диагностики грибных болезней, позволяющих быстро и точно определить возбудителя заболевания в растительном материале и почве.

В настоящее время получены антитела к ряду фитопатогенных грибов – возбудителей болезней картофеля, однако масштабы их использования еще не велики. Разработка иммунологических тестов для обнаружения специфических грибов в больных растениях идет медленно, что заметно контрастирует с быстрым и успешным развитием серологических поликлональных и моноклональных анализов по выявлению вирусных и бактериальных болезней.

Причина этого отставания заключается в том, что возбудителей многих грибных болезней можно легко идентифицировать с помощью микроскопа по их характерным признакам, и, таким образом, до последнего времени не было острой необходимости в разработке невизуальных методов диагностики. Кроме того, большая часть облигатных патогенов может быть легко воспроизведена в культуре и идентифицирована.

Наиболее существенная причина отставания в разработке иммунологических тестов для диагностики грибных патогенов заключается в

сложности получения специфических антител. Однако, в результате исследований, проведенных в США с 1983 года, была разработана методика получения моноклональных антител (MAbs) к возбудителям грибных болезней в целях их диагностики. Были получены видоспецифические MAbs против *Phytophthora*, *Fusarium* и др.

В диагностических тестах используются чаще всего ранее описанные нами иммуноферментный (ELISA, ИФА) и иммунофлуоресцентный методы.

Среди современных методов диагностики грибных болезней картофеля наиболее распространены методы гибридизации со специфичными ДНК пробами и полимеразная цепная реакция (ПЦР) с геноспецифическими праймерами.

Созданию ПЦР-диагностики предшествовало накопление знаний о биологии патогенов и генетической структуре их популяций, родственных связях с другими видами, структуре ДНК (генома), в частности видоспецифичной и рибосомной ДНК (рибДНК).

Известные приемы создания ПЦР-диагностики организмов в большинстве своем основаны на использовании фрагментов видоспецифичной ДНК или видоспецифичных различий в нуклеотидных последовательностях ДНК, чаще всего рибДНК, что позволяет диагностировать виды, подвиды и расы различных патогенных грибов.

ПЦР-диагностика имеет ряд преимуществ над серологическими методами. При использовании праймеров, направленных на видоспецифичную ДНК, обычно крайне редко получают неспецифические продукты, тогда как серологические методы могут давать позитивные ложные ответы вследствие перекрестного реагирования антител с антигенами растений или других микроорганизмов. ПЦР метод также выгодно отличается более высокой чувствительностью (для грибов – десятки клеток патогена по сравнению с 10^3 - 10^5 клетками в стандартных иммунологических реакциях), высокой скоростью проведения анализа.

Получение и очистка антител – более дорогостоящая и длительная процедура, чем разработка специфичных ПЦР праймеров (особенно в случае известной ДНК последовательности, депонированной в международные базы данных). Именно по этим причинам следует ожидать, что ПЦР-диагностика возбудителей болезней растений найдет широкое применение в современном сельском хозяйстве. При этом очевидно, что ПЦР-реакция со временем будет модифицироваться и дополняться другими методами.

Так, в последнее время появился новый метод диагностики, представляющий собой как бы синтез ПЦР и ИФА (иммуноферментного анализа), который был назван CAPS (colour amplified PCR detection system; Digoxigenin-anti-DIG alkaline phosphatase conjugate-based system). Суть метода заключается в том, что благодаря включению в продукты амплификации стероида дигоксигенина (digoxigenin) (антигенного детерминанта) их детекция (к примеру, на фильтрах) проводится иммунологически с использованием специального каскада “амплификации цвета” в окислительно-восстановительном цикле, нарабатывающем краситель (к

примеру, формазан). Главное преимущество метода заключается в очень высокой чувствительности (до 10 фг ДНК), что может быть важно для реализации ранней диагностики патогена до проявления симптомов заболевания растения.

Учет болезней. Учет распространенности (частота встречаемости) и степени поражения растений (интенсивность развития) грибными, бактериальными и вирусными болезнями осуществляют в период вегетации и во время хранения картофеля.

В период вегетации по методике апробации посадок картофеля учитывают все болезни на листьях, стеблях и подземной части растений в случае их проявления.

Учет болезней проводят методом проб по диагонали поля (при неодинаковых размерах сторон поля апробация проводится по более длинной диагонали). Пробой считают 20 растений (кустов) картофеля, осматриваемых подряд в одном ряду. Количество проб и растений, которые необходимо осмотреть, составляет: на участке до 5 га – 15 проб по 20 кустов; до 10 га – 20 проб по 20 кустов; до 15 га – 25 проб по 20 кустов, на участке более 15 га – на каждые следующие 5 га осматривают добавочно по 2 пробы. Пробы отбирают равномерно по всей площади. Для этого ширину участка в метрах или количество рядков следует разделить на число проб. Результат деления показывает расстояние между пробами по ширине поля. Расстояние между пробами по длине поля определяют делением длины участка на число проб.

Пораженные болезнями кусты учитывают независимо от того, принадлежат они к основному сорту или являются примесью. При необходимости уточнения симптомов болезни на ботве необходимо выкопать куст и осмотреть подземные органы. Сроки проведения учетов развития болезней и вредителей указаны в таблице 2.

Распространенность болезней – это количество больных растений или отдельных органов (листьев, клубней), выраженное в процентах от общего числа обследованных растений на участке, в поле. Распространенность болезни вычисляют по формуле:

$$P = \frac{n}{N} \times 100, \text{ где}$$

P – распространенность болезни, %;

n – количество больных растений в пробах, шт.;

N – общее количество обследованных растений в пробах, шт.

Распространенность болезни в хозяйстве, районе вычисляют как средневзвешенный показатель (кроме фитофтороза и альтернариоза) с учетом зараженной площади по формуле:

$$P_c = \frac{\sum S_p}{S}, \text{ где}$$

P_c – средневзвешенная распространенность болезни, %;

$\sum S_p$ – сумма произведения площади полей в гектарах (S) на соответствующий процент распространенности болезни (P);

S – общее количество обследованной площади, га.

Таблица 2 – Сроки проведения учетов развития болезней и вредителей.

Наименование болезни или вредителя	Место начального проявления болезни	Время учетов				
		за 2-3 недели до посадки	полные всходы	бутонизация - цветение	перед уничтожением ботвы	после уборки
Грибные болезни						
Фитофтороз	листья	-	+	+	+	-
	клубни	+	-	-	-	+
Сухая фузариозная гниль	клубни	+	-	-	-	+
Резиновая гниль	клубни	+	-	-	-	+
Фомоз	причерешковая часть стебля	-	-	+	+	+
Антракноз (дартроз)	все растение	+	-	-	+	-
Водянистая раневая гниль	клубни	-	-	-	-	+
Бактериальные болезни						
Черная ножка	все растение	-	+	+	+	+
Кольцевая гниль	отдельные стебли	-	-	+	+	+
Бурая бактериальная гниль	все растение	-	-	+	+	+
Нематодные болезни						
Стеблевая нематода	клубни, надземная часть растений	+	-	+	+	+

Примечание: - учет не проводится; + учет проводится.

Интенсивность, или степень развития болезни (фитофтороза и альтернариоза) служит качественным показателем и определяется по формуле:

$$R = \frac{\sum (n \times b)}{N}, \text{ где}$$

R – степень развития болезни, балл или %;

$\sum (n \times b)$ – сумма произведений числа больных растений (n) на соответствующий им балл или % поражения (b);

N – общее количество растений в пробе, шт.

В случае равномерной цены деления шкалы учета или при словесной характеристике используемых баллов применяют формулу $R = \frac{\sum(n \times b)}{N \times K} \times 100$, в которую введен показатель K – наивысший балл шкалы учета для перевода балльной оценки развития болезни в процентную категорию.

Для определения средневзвешенного процента развития фитофтороза и альтернариоза используют формулу:

$$R_c = \frac{\sum R \times S}{\sum S}, \text{ где}$$

R_c – средневзвешенный процент развития болезни;

$\sum R \times S$ – сумма произведений показателей развития болезни (R) на соответствующие площади (S);

$\sum S$ – общая площадь, на которой проведены учеты, га.

Определение распространенности болезней на клубнях семенного материала картофеля проводится методом клубневого анализа. Клубневые анализы желательно проводить сразу после уборки для оценки лежкоспособности картофеля, через 3-4 недели после уборки – для выявления болезней и за 30-40 дней до посадки. От каждой партии семенного картофеля массой до 10 т отбирают образец в 200 клубней не менее чем из 10 различных мест партии с тем, чтобы он отражал ее среднее состояние. При большей массе партии на каждые следующие 10 т дополнительно отбирают по 50 клубней не менее чем из четырех мест. В каждом месте берут подряд без выбора одинаковое число клубней.

При обнаружении отдельных гнезд подмороженного или загнившего картофеля их удаляют и только после этого отбирают образец на анализ. При анализе картофель промывают в воде и осматривают каждый клубень. Количество больных клубней выражают в процентах по счету к общему числу клубней в образце.

Для определения болезней и дефектов внутри клубня (черная ножка, кольцевая гниль, бурая бактериальная гниль, фитофтороз, потемнение мякоти, железистая пятнистость, дуплистость, фомоз, дартроз и др.) разрезают в продольном направлении 100 клубней образца. Если будут обнаружены заболевания или дефекты, остальные клубни образца также разрезают.

При наличии нескольких заболеваний на одном клубне учитывают только одно – наиболее вредоносное в следующем порядке: кольцевая гниль, бурая бактериальная гниль, черная ножка, фитофтороз, фомоз, сухая гниль, клубни задохшиеся, подмороженные, ризоктониоз, парша обыкновенная, ооспороз, парша порошистая и серебристая, механические повреждения, повреждения проволочником. Средневзвешенный процент распространения

болезней и дефектов клубней определяют по формуле полевого учета, заменяя площади на массу партий картофеля.

С целью активизации деятельности в клубнях фитопатогенных грибов, бактерий и стеблевых нематод перед анализом образец выдерживают при температуре 10-20 °С в течение 20 суток при периодическом увлажнении.

Фитофтороз, сухую гниль, мокрую гниль, черную ножку, столонную гниль, стеблевые нематоды следует учитывать через 1-2 месяца после уборки, а фомоз, дартроз и кольцевую гниль – в феврале-марте.

Вначале образец клубней взвешивают, затем отделяют свободную землю и другие примеси. Количество примесей устанавливают по массе в процентах к общей массе клубней данной пробы. При обнаружении отдельных гнезд подмороженного или загнившего картофеля их удаляют и только после этого отбирают образец на анализ.

После отделения образца от примесей каждый клубень промывают в воде и осматривают. Нестандартные и дефектные выделяют и группируют по видам повреждений (болезни, вредители, механические).

Количество больных клубней выражают в процентах к общему числу клубней в образце. На основании данных клубневого анализа партию семенного картофеля относят к кондиционному или некондиционному.

Больными считаются клубни, пораженные в любой степени фитофторозом, сухой гнилью, мокрой гнилью, черной ножкой, кольцевой гнилью, фомозом, стеблевыми нематодами, ооспорозом, столонной гнилью, серебристой паршой, порошистой паршой. В то же время распространенность парши обыкновенной учитывается при покрытии язвами свыше 1/3, а ризоктониоза – склероциями свыше 1/10 поверхности клубня.

По результатам анализа и оценки материала составляют акт клубневого анализа, в котором указывается количество и процент больных клубней.

КОМПЛЕКС МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ КАРТОФЕЛЯ ОТ КЛУБНЕВЫХ ГНИЛЕЙ ВО ВРЕМЯ ХРАНЕНИЯ

Проявление клубневых гнилей в период хранения картофеля тесно связано со степенью развития болезней во время вегетации, с численностью вредителей картофеля, устойчивостью растений, кроме того, распространение и развитие вредных организмов во многом определяется природными условиями, погодой вегетационного периода, уровнем агротехники и т.д. Меры борьбы с болезнями и вредителями, способствующими развитию клубневых гнилей, должны быть направлены, прежде всего, на подавление или уничтожение их комплекса в наиболее уязвимые фазы развития, получение максимального урожая, исключение возможности загрязнения окружающей среды. Следовательно, кроме специальных действий, направленных на снижение вредоносности патогенов во время хранения, необходимо проведение комплексной системы

мероприятий по защите от вредных организмов на каждом этапе производства картофеля, начиная с подготовки семенного материала к посадке и заканчивая закладкой полученного урожая на хранение.

Научно обоснованная система защиты включает весь комплекс работ в технологии производства картофеля. Сюда входят профилактические, организационно-хозяйственные, агротехнические, биологические, химические мероприятия.

Профилактические приемы

Направлены на подавление или уничтожение первичных очагов инфекции, мест зимовки вредителей и т.д. Прежде всего, во время посадки и уборки картофеля необходимо проводить дезинфекцию тары, транспортных средств, сажалок, сортировальных пунктов 2-3 %-ным раствором медного купороса, уничтожать остатки клубней после весенних сортировок и переборок, убирать растительные остатки и клубни на буртовых площадках. Отходы клубней после переборки следует закапывать в ямы или сначала складывать в кучи и накрывать полиэтиленовой пленкой, под которой в солнечные дни температура достигает 30-40 °С, что действует губительно на возбудителей фитофтороза и других болезней. Со временем эти отходы также следует закопать.

Участки, где были расположены временные бурты, перепахивают плугом на глубину 25-30 см, а постоянные буртовые площадки дезинфицируют 5 %-ным раствором медного купороса (до 5 л на 1 м²).

Против стеблевой нематоды тару, транспортные средства, сельхозинвентарь и буртовые площадки обрабатывают 3 %-ным раствором аммиака. На полях, где выращивался картофель, рекомендуется проводить глубокую запашку растительных остатков.

Не позднее чем за месяц до закладки картофеля на хранение хранилища очищают от почвы, старых клубней, дезинфицируют медным купоросом (2-3 %) или 40 %-ным формалином (25-30 мл/м²).

Стены хранилища, закрома, потолок, контейнеры и щиты белят 10-20 %-ной гашеной известью.

В случае обнаружения кольцевой гнили клубней картофеля тару и сельхозинвентарь следует обработать 1 %-ным рабочим раствором изара.

Подбор сортов и размещение посадок

Одним из главных приемов борьбы с болезнями и вредителями картофеля является возделывание устойчивых сортов. Сорты с повышенной устойчивостью к вредным организмам требуют проведения минимального количества обработок химическими и биологическими препаратами, повышают эффективность защитных мероприятий, существенно снижают загрязнение окружающей среды пестицидами, уменьшают количество

инфекции и ее агрессивность. На устойчивых сортах слабее размножаются вредители и потомство их менее жизнеспособно.

Следует отметить, что активное внедрение в селекционный процесс сортов с различной генетической основой устойчивости способствует изменению популяционного состава многих возбудителей, следствием чего является потеря или ослабление существующей устойчивости у известных сортов и увеличением вредоносности болезней. Более того, совместное воздействие значительно усиливает патогенную активность грибов и бактерий и позволяет им преодолевать естественную устойчивость растений картофеля.

Существенное влияние на развитие эпифитотий многих заболеваний оказывают влияние температура воздуха и почвы, относительная влажность воздуха, количество и частота осадков, кислотность почвы и другие факторы внешней среды, регулирующие отношения в системе паразит-растение картофеля.

Наиболее устойчивы к отдельным заболеваниям следующие сорта:

к фитофторозу – Лилея, Одиссей, Верас, Ветразь, Ласунок, Лошицкий, Акцент, Альпинист, Атлант, Выток, Здабытак, Орбита, Синтез, Сузорье, Темп;

к сухой гнили – Уладар, Акцент, Орбита, Сузорье;

к черной ножке – Дельфин, Каприз, Лазурит, Архидея, Дина, Явар, Альтаир, Живица, Криница, Росинка, Скарб, Талисман, Блакит, Верас, Ветразь, Журавинка, Акцент, Альпинист, Атлант, Белорусский 3, Выток, Здабытак, Синтез, Сузорье;

к стеблевой нематоде – Маг, Веснянка, Орбита;

к мокрой гнили – Дельфин, Лазурит, Архидея, Явар, Альтаир, Живица, Криница, Росинка, Скарб, Талисман, Альпинист, Сузорье;

к парше обыкновенной – Явар, Блакит, Верас, Ветразь, Журавинка, Темп.

При размещении картофеля следует соблюдать пространственную изоляцию сортов с разной степенью устойчивости к фитофторозу и разного назначения (семенной и продовольственный) – не менее 100 м. Выполнение этого требования дает возможность предотвратить массовое перенесение возбудителя фитофтороза с ранних сортов на средне- и позднеспелые, которые отличаются повышенной устойчивостью к болезни.

Пространственную изоляцию необходимо выдерживать между полями семенного и продовольственного картофеля, между картофельными полями и овощными культурами, особенно из семейства пасленовых.

Каждый сорт картофеля необходимо высаживать на одном поле в самые короткие сроки (не более 7-8 дней), так как в противном случае обработки растений фунгицидами будут недостаточно эффективны, поскольку время их проведения тесно связано с определенной фазой развития растений.

Севооборот

Своевременное и доброкачественное проведение агротехнических приемов дает возможность существенно снизить запас инфекции возбудителей болезней и зимующих видов вредителей картофеля. С помощью агротехнических приемов изменяются экологические условия в почве, повышается или снижается устойчивость растений к вредным организмам, изменяется агрессивность фитопатогенов и др.

Из агротехнических мер защиты картофеля наибольшее значение имеет соблюдение севооборота. Особое внимание должно уделяться выбору предшественника, так как сельскохозяйственные культуры различаются между собой специфичностью микрофлоры и выделяемыми в почву защитными веществами (фитонцидами). Зная эти особенности разных видов растений можно регулировать взаимоотношения вредных и полезных микроорганизмов путем подбора определенных культур.

Лучшими предшественниками картофеля являются озимые зерновые, оборот пласта многолетних трав (1-2 года), бобово-злаковые смеси, чистый и занятый пары, рапс, масличная редька, люпин, лен, кукуруза, свекла и другие пропашные культуры. Эти культуры создают оптимальные условия для обеспечения картофеля элементами питания, улучшают водно-воздушный режим почвы, снижают запас инфекции и число вредных насекомых в ней.

Предшественники в условиях Беларуси существенно влияют на формирование запасов инфекции возбудителей болезней клубней в почве. Наибольшее фунгистатическое действие на патогенов оказывают рапс, масличная редька, люпин и горох. Они почти в 2 раза снижают количество возбудителей парши обыкновенной, в 2,5 раза – ризоктониоза и в 3-10 раз резиновой гнили. Их очищающий эффект сравним с применением для этих целей протравителей семенного материала.

При наличии стеблевой нематоды в качестве предшествующих культур рекомендуются редька масличная, рапс, вико-овсяная смесь, озимые зерновые, а для семеноводческих посевов – черный пар. В борьбе с паршой обыкновенной целесообразно картофель высаживать по озимой ржи, бобовым, люпину, зернобобовым культурам, а также по сидератам (люпин, озимая рожь, масличная редька, рапс и др.).

В неспециализированных севооборотах картофель должен возвращаться на одно и то же поле не ранее, чем через 4 года. При выращивании продовольственного картофеля в исключительных случаях допускается его возвращение на прежнее место через 2-3 года при условии использования наиболее эффективных предшественников и проведения полного объема защитных мероприятий.

Удобрения и известь

Играют большую роль в снижении вредоносности болезней, вредителей и сорняков.

Минеральные удобрения (азотные, фосфорные и калийные) и микроэлементы (бор, марганец, медь, магний и др.) необходимо вносить строго в соответствии с рекомендациями агрохимлабораторий исходя из особенностей почвы и содержания в ней элементов питания. Внесение только одного вида удобрений, особенно азотных, приводит к повышению восприимчивости картофеля к фитофторозу, удлиняет период вегетации и наступление возрастной устойчивости к вирусам, маскирует симптомы болезней, что затрудняет проведение фитопрочисток и ухудшает качество клубней. В связи с тем, что Беларусь входит в зону повышенной вредоносности фитофтороза, парши обыкновенной, бактериальных заболеваний, следует вносить минеральные удобрения, предусматривая небольшое превышение (на 10-15 %) нормы калия против расчетной. С целью повышения болезнеустойчивости растений и качества клубней целесообразно использовать калийные удобрения в форме калиймагнезии и калийно-магниевого концентрата. Оптимальным для условий республики является внесение сбалансированных доз минеральных удобрений: соотношение N:P:K под семенной картофель 1:1-1,2:1,6-2,0; под товарный – 1:0,8-1,0:1,5-1,8.

Внесение при весенней перепахке или под вспашку аммиачной воды или безводного аммиака (до 80 кг/га по азоту) в значительной степени подавляет возбудителей парши обыкновенной, ооспороза, фомоза, а также почвообитающих вредителей (проволочники, ложнопроволочники, хрущи) и зимующего колорадского жука.

В борьбе с паршой обыкновенной часть минеральных удобрений целесообразно заменить на физиологически кислые формы (суперфосфат, сульфат аммония). Положительный эффект против данного заболевания дает внесение этих удобрений одновременно с посадкой картофеля в дозах 1,5-2,5 ц/га.

Для снижения засоренности полей, а также предотвращения сильного поражения клубней паршой обыкновенной органические удобрения (свежий навоз) следует вносить под предшествующую культуру. Непосредственно под картофель можно использовать перепревший навоз и компост.

Известь в дозах более половины нормы по гидролитической кислотности в севооборотах с картофелем применять нельзя. Эти дозы активизируют патогенные стрептомицеты, что приводит к нарастанию вредоносности парши обыкновенной на клубнях как в год посадки, так и в течение последующих 10-12 лет. Минеральные и органические удобрения на фоне высоких доз извести не снижают ее вредное влияние.

Очищение почвы от стеблевой нематоды картофеля на семеноводческих посевах достигается быстрее, если под предшествующую картофелю культуру используется аммиачная вода в высоких дозах (до 120 кг/га по азоту) или сульфат аммония (до 360 кг/га по азоту) на фоне фосфорных и калийных удобрений, оптимальном для данного поля.

На торфяных и других почвах, где растения картофеля испытывают недостаток меди, необходимо применять совместно с другими минеральными удобрениями сернокислую медь из расчета 4 кг/га.

Подготовка почвы

Картофель следует выращивать на почвах, которые на протяжении вегетации сохраняют рыхлость, не заплывают после обильных дождей, имеют среднюю или слабокислую реакцию, с содержанием гумуса 2 % и выше. Картофель хорошо растет и развивается при хорошей аэрации почвы.

Система обработки почвы под картофель включает лущение стерни после озимых и последующую зяблевую вспашку, все виды предпосадочной обработки почвы (боронование, дискование, культивация, перепашка). Она позволяет создать в почве неблагоприятные условия для возбудителей болезней и вредных насекомых, уничтожить сорную растительность, которая является резерватом грибных, бактериальных и вирусных болезней.

В районах с сильным переувлажнением почв обязательным приемом является возделывание картофеля на грядах или гребнях. Это способствует снижению развития фитофтороза и бактериальных болезней.

Подготовка семенного материала

Для посадки необходимо использовать хорошо перебранный и рассортированный по фракциям семенной материал сортов, включенных в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь.

В соответствии с СТБ 1224-2000 "Картофель семенной" семенной картофель по качеству клубней должен соответствовать нормам, приведенным в таблице 3.

В семенном картофеле не допускается наличие карантинных сорняков, вредителей и болезней в соответствии с перечнем, утвержденным в установленном порядке.

Клубни семенного картофеля должны быть здоровыми, целыми, с окрепшей кожурой, по форме и окраске типичными для соответствующего ботанического сорта, сухими, не проросшими (при весенней реализации допускается наличие клубней с ростками длиной не более 5 мм).

В семенном картофеле не допускается наличие клубней с признаками "удушья", подмороженных, с ожогами, уродливых, с израстаниями и легко обламывающимися наростами, разрезанных, раздавленных, с ободранной кожурой более 1/3 поверхности клубня.

В семенном картофеле допускается наличие клубней, не более 5 % по счету, со следующими повреждениями:

- механическими (порезы, вырывы, трещины, вмятины тканей клубней глубиной более 5 мм и длиной более 10 мм);

- сельскохозяйственными вредителями (проволочником – более трех ходов, грызунами, хрущами и совками на площади более 1/3 поверхности клубня и глубиной более 5 мм без повреждения глазков).

Таблица 3 – Качество клубней семенного картофеля (СТБ 1224-2000).

Наименование показателя	Норма для категорий семенного картофеля			
	ИМ	ОС	ЭС	РС
Размер клубней по наибольшему поперечному диаметру, мм:				
- для сортов с удлинённой формой	7-55	28-55	28-55	28-55
- для сортов с округло-овальной формой клубней	9-60	30-60	30-60	30-60
Наличие клубней, не отвечающих требованиям по размеру, % по счёту, не более*	3,0	3,0	3,0	3,0
Наличие клубней других ботанических сортов, % по счёту, не более	не допускается			0,5
Наличие клубней, поражённых болезнями, % по счёту, не более, в том числе:	1,0	6,0	8,0	12,0
- мокрой гнилью;	не допускается		1,0	1,0
- чёрной ножкой;	не допускается			0,5
- фитофторозом;	-«-	0,5	1,0	2,5
- резиновой, сухими гнилями (фомоз, фузариоз);	-«-	0,5	1,0	2,0
- стеблевой нематодой;	не допускается			0,5
- паршой обыкновенной и серебристой (поражение более 1/3 поверхности клубней).	0,5	5,0	5,0	5,0
- ризоктониозом (при поражении от 1/10 до 1/4 включительно поверхности клубней)	0,5	1,0	5,0	5,0
Наличие земли и посторонних примесей, % по массе	1,0	1,0	2,0	2,0
Наличие клубней, поражённых вирусной и бактериальной инфекцией в скрытой форме, % по счёту, не более, в том числе:	1,0	5,0	10,0	без ограничений
- вирусами X, S, M;	1,0	4,5	9,0	то же
- вирусами Y, L, A,	не до- тускается	0,5	1,0	-«-
- бактериальной инфекцией (чёрная ножка)	не допускается			-«-

*Размер клубней семенного картофеля при использовании в хозяйстве для собственных нужд не нормируется.

Примечания: Допускается в отдельные годы по разрешению Минсельхозпрода увеличение установленных норм наличия клубней, поражённых:

- фитофторозом – на 5 %; - паршой обыкновенной и серебристой – на 10 %;
- ризоктониозом – на 5 %.

ИМ – оздоровленный исходный материал; ОС – оригинальный семенной картофель; ЭС – элитный семенной картофель; РС – репродукционный семенной картофель.

Семенной картофель, не отвечающий требованиям стандарта, к посадке не допускается.

Необходим тщательный клубневой анализ всех партий семенного картофеля за 2-3 недели до посадки. При обнаружении очагов резиновой гнили партия не используется на семена, так как это приводит к сильному изреживанию посевов из-за полного сгнивания или израстания высаженных клубней и к снижению урожайности на 30 % и более.

Для более полного выявления и отбраковки больных клубней (фитофтороз, сухая, мокрая, резиновая, водянистая раневая гнили, фомоз, антракноз, черная ножка, кольцевая гниль, стеблевая нематода) картофель необходимо весной за месяц до посадки перебрать или отсортировать, затем прогреть в течение 10-15 дней при температуре 14-18 °С.

Наиболее эффективным способом подготовки семенных клубней является проращивание, различные режимы которого должны приводить клубни в оптимальное физиологическое состояние. С момента завязывания на столоне и до высадки в поле в клубнях протекают процессы физиологического старения. Физиологический возраст семенного материала предопределяет темпы прохождения фенологических фаз развития растений. Лучшими показателями отличается материал, который к дате посадки вышел из состояния покоя, и отмечается начало образования ростков. В случае преждевременного прорастания (за 2-3 месяца до посадки) происходит значительная потеря запасов питательных веществ, что приводит к снижению урожайности.

Картофель, предназначенный для получения ранней продукции, следует заранее вывести из состояния покоя и прорастить на свету в течение 20-25 дней при температуре 16-20 °С. Это дает возможность удалить клубни с нитевидными ростками. Проращивание также способствует более быстрому формированию урожая до массового проявления фитофтороза.

Важным приемом, способствующим лучшему сохранению семенного картофеля, повышению всхожести и предотвращению поражения растений болезнями, является осеннее и весеннее озеленение клубней. Озеленение клубней перед посадкой способствует снижению проявления дитиленхоза на 60 % и повышению урожая в 1,5 раза (Иванюк, 2008).

Резка семенных клубней не целесообразна, так как она приводит к перезаражению клубней грибными, бактериальными и вирусными болезнями. Доказано, что на ноже после разрезания клубня, пораженного бактериозами, остается инфекция, достаточная для заражения последующих 12-15 клубней.

При острой необходимости резки, нож после разрезания каждого клубня дезинфицируется 3-5 минут в растворе лизола или лизоформа. Разрезанные клубни можно смачивать (не позднее, чем через полчаса после их разрезания) суспензией ТМТД – 4-5 кг/т, или фундазола 50 (беномила) – 0,5-1 кг/т.

С целью снижения запасов инфекции семенной материал картофеля перед посадкой или в процессе посадки рекомендуется протравливать

фунгицидами и инсектофунгицидами. Однако к химическому обеззараживанию клубней следует подходить дифференцированно. Использование данного приема в борьбе с болезнями и вредителями допустимо только в том случае, если картофель перебран, клубни сухие, без признаков заболеваний. Протравливание же клубней с симптомами болезней способствует резкому усилению развития гнилей после посадки в переувлажненную или недостаточно прогретую почву, к снижению всхожести почти на 20 %. Рекомендованные для протравливания препараты не действуют на инфекцию внутри клубня, а дополнительное их смачивание суспензией фунгицидов и инсектофунгицидов лишь благоприятствует ее проявлению (таблица 4).

Таблица 4 – Препараты, разрешенные для предпосадочной обработки клубней картофеля.

Препарат	Норма расхода, кг/га, л/га	Вредный организм	Способ и время обработки
Гаучо, СП	0,18-0,36	Тли	Обработка клубней (первичное семеноводство)
Командор, ВРК	0,5-0,7	Колорадский жук, тли, проволочники	Обработка клубней. Расход рабочей жидкости 15 л/т
Круйзер, СК	0,14-0,22	-«-	Обработка клубней
Нуприд 600, КС	0,15-,3	-«-	-«-
Престиж КС,	0,7-1	Тли, колорадский жук, проволочники, ризоктониоз	-«-
Беномил, 50 % с.п.	0,5-1	Ризоктониоз, фомоз	-«-
Витавакс 200, 75 % с.п.	2	Ризоктониоз	Обработка клубней (первичное семеноводство)
Дитан М-45, 80 % с.п.	2-2,5	Ризоктониоз	Обработка клубней
Изар, 10 % в.р.к.	0,25	Ризоктониоз, парша обыкновенная, сухая фузариозная гниль	Обработка клубней 1 %-ной рабочей жидкостью. Расход рабочей жидкости 25 л/т
Максим, КС	0,4	Сухая фузариозная гниль, антракноз, фомоз, альтернариоз, парша серебристая, черная ножка, мокрая гниль, ризоктониоз	Обработка клубней
ТМТД, ВСК	4-5	Парша, фитофтороз, мокрая гниль	Обработка клубней (первичное семеноводство)
Фундазол 50, СП	0,5-1	Ризоктониоз, фомоз	-«-
Агровиталь, КС	0,2-0,4	Колорадский жук, тли, проволочники	Обработка клубней. Расход рабочей жидкости 10 л/т

С целью повышения устойчивости картофеля к заболеваниям и получения дружных всходов в рабочие растворы протравителей следует добавить медный купорос (0,02-0,1 %), вытяжку из суперфосфата (20 %), аммиачную селитру (2 %), микроэлементы (бор, цинк, марганец, магний, молибден), а также использовать регуляторы роста (гидрогумат – 0,2-0,25 л/т, оксигумат – 0,2-0,25 л/т, оксидат торфа – 0,3-0,5 л/т, потейтин – 100 мг д.в. на 1 т клубней, эмистим С – 2 мл/т).

Уход за посадками

Проведение довсходового окучивания с боронованием, всех видов междурядных обработок (боронование, рыхление, окучивание) способствует уменьшению в почве количества возбудителей болезней, вредителей, лучшему росту картофеля, подавляет развитие сорняков. При появлении почвенной корки ее необходимо уничтожить не позже чем через 48 часов после образования. В противном случае большая часть ростков погибнет в результате поражения их ризоктониозом.

Одним из агроприемов в борьбе с болезнями является глубокое окучивание картофеля накануне смыкания ботвы в междурядьях. Клубни на глубине более 10-15 см поражаются фитофторой в 5-10 раз меньше, чем на глубине 3-5 см.

Наиболее доступным методом сохранения высоких посевных и сортовых качеств картофеля являются фитосанитарные и сортовые прочистки (отрицательный, или негативный отбор). Болезни картофеля проявляются на посевах в разные сроки вегетации. Поэтому полная эффективность негативного отбора достигается при трехкратном его проведении. Первую прочистку осуществляют вскоре после появления полных всходов, когда растения достигают высоты 15-20 см. В это время удаляются кусты, пораженные черной ножкой, морщинистой мозаикой, крапчатостью листьев. Общее количество удаляемых больных растений невелико, но чем раньше они удалены, тем меньше остается в поле источников возможного распространения инфекции. Сортовые отличия в этот период заметны слабо, и поэтому от сортовых примесей при первой прочистке полностью освободиться нельзя.

Вторая прочистка – основная. Она осуществляется во время цветения картофеля, когда наиболее четко проявляются внешние признаки, свойственные сорту. При этом необходимо четко знать морфологические признаки размножаемых сортов. Не следует обращать внимание только на какой-либо один признак, например, окраску цветков, так как среди основного сорта могут быть примеси с такой же окраской венчика. Так, сорта раннеспелой группы Аксамит, Дельфин, Лазурит, близкие между собой по скороспелости, имеют белые цветки. Но эти сорта отличаются по форме кустов и листьев, наличию пигментов на стебле и другим признакам. Устанавливая сортовую принадлежность куста, следует осматривать только молодые цветки, так как под действием солнечных лучей разрушается

окрашивающий их пигмент, и венчик 3-4-дневной давности приобретает белую окраску.

Кроме сортовых примесей, при второй прочистке удаляют кусты, пораженные бактериальными и вирусными болезнями, а также растения, отстающие в росте. Эта прочистка является наиболее ответственной. После нее проводят полевую апробацию посевов, в результате которой определяют их состояние и относят к соответствующей категории по сортовой чистоте и состоянию здоровья.

Перед уничтожением ботвы, пока еще она зеленая, проводят третью прочистку, в результате которой удаляют случайно оставшиеся примеси, а также кусты с признаками кольцевой гнили и черной ножки. Особое внимание нужно обращать на растения, имеющие признаки увядания. Удаление таких растений позволяет освободить посевы картофеля от бактериальных заболеваний.

Хорошо проинструктированные рабочие в присутствии специалиста проходят по участку и внимательно осматривают растения в двух рядах справа и слева от борозды, по которой выполняется проход. Обнаруженные больные кусты или примеси других сортов выкапывают лопатой вместе с клубнями, в том числе и материнскими, и удаляют за пределы поля. Нельзя кусты выдергивать, так как при этом маточные клубни остаются в земле, прорастают в этом же году и дают больные растения или сортовые примеси.

Удаленные при прочистках клубни используют на фуражные цели, а ботву уничтожают. После проведения каждой очередной прочистки составляется акт о ее выполнении.

В борьбе с фитофторозом необходимо строго соблюдать сроки опрыскивания картофеля фунгицидами. Первую (профилактическую) обработку производственных и семенных посевов проводят до появления болезней при смыкании ботвы в рядках (высота растений 15-20 см); вторую – через 7-8 дней. Расход рабочей жидкости 200 л/га. Последующие опрыскивания производственных посевов осуществляют по краткосрочному прогнозу: в сухую погоду через каждые 7-8 дней, в дождливую (осадков свыше 10 мм) – через 4-5 дней; семенных – через каждые 7-8 дней в сухую погоду и через 4-5 дней в дождливую независимо от прогноза вплоть до уничтожения ботвы перед уборкой. Расход рабочей жидкости при наземном опрыскивании 400-600 л/га, при авиаобработках не менее 100 л/га.

Для профилактических обработок производственных и семенных посевов можно использовать как контактные (абига-пик, ВС – 2,9-3,8, азофос, 50 % к.с. – 6-7, азофос, 65 % п.с. – 4-6, алтима (ширлан), 50 % с.к. – 0,3-0,4, антракол, ВДГ – 1,75, браво, СК – 2,2-3, дитан ДГ, 75 % в.г. – 1,2-1,6, дитан М-45, 80 % с.п. – 1,2-1,6, изар, 10 % в.р.к. – 1,5-3, купроксат, 34,5 % к.с. – 5, новозир, 80 % с.п. – 1,6, пеннкоцеб (трайдекс), 80 % с.п. – 1,2-1,6, полиазофос (ПКС-2), 63 % п.с. – 4-7, полиазофос-1 (ПКС-2 + К), 63 % п.с. – 4-7, полирам ДФ, 700 г/кг в.д.г. – 2 л/га, кг/га), так и комбинированные (акробат МЦ, 69 % с.п., акробат МЦ ВДГ – 2, мелоди дуо, ВДГ – 2,5, метаксил, СП – 2,5, метамил МЦ, СП – 2,5, ордан, СП – 2,5-3, реvus, СК – 0,6,

ридомил голд МЦ, ВДГ – 2,5, сектин феномен, ВДГ – 1-1,25, татту, КС – 3, танос, 50 % в.д.г. – 0,6, юномил МЦ, 72 % с.п. – 2,5, квадрис, СК – 0,6 кг/га, л/га) фунгициды.

Выбор фунгицида для последующих обработок определяется видом доминирующей болезни (фитофтороз, альтернариоз) и уровнем резистентности у возбудителя фитофтороза к системным фунгицидам. В том случае, если преобладающим заболеванием является альтернариоз, а количество резистентных форм в популяции фитофторы превышает 30 %, должны использоваться только контактные фунгициды. В годы, когда фитофтороз будет представлен только чувствительными формами или же количество резистентных изолятов не будет превышать 30 %, на протяжении всей вегетации следует применять комбинированные препараты.

Количество обработок определяется степенью развития фитофтороза. В годы депрессивного развития болезни достаточно двух опрыскиваний; умеренного – не менее 3-4-х; эпифитотийного – 5 и более. В фунгициды рекомендуется добавлять мочевины из расчета 20 кг/га для стабилизации суспензии, усиления сопротивляемости растений и токсичности препарата.

На полях, где особенно сильно распространена парша обыкновенная, можно провести подкормку картофеля при массовом завязывании клубней сернокислым марганцем или сернокислым аммонием – 60 кг/га.

Для стимуляции роста и развития растений, повышения болезнеустойчивости, урожайности и качества клубней картофеля можно опрыскивать гидрогуматом, 10 % в.р. – 1-1,5 л/га, иммуноцитифитом, ж. – 1 ампула на 1 га, квартазином 950 г/кг, кр.п. – 0,3-0,5 кг/га, оксигуматом, 10 % в.р. – 1-1,5 л/га, полиславом, 63 % ПС – 5 л/га, потейтином, в.р. – 3 ампулы по 100 мг д.в. на 1 га, экосилом, ВЭ – 200 мл/га, эпином, р. – 80 мл/га, эмистимом С, в.-с.р. – 5 мл/га.

Незаслуженно мало внимания в борьбе с болезнями картофеля уделяется индуцированной устойчивости, хотя этому направлению в защите сельскохозяйственных культур в последние годы во всем мире уделяется огромное внимание и накоплен богатый фактический материал. Основное преимущество этого метода перед другими в том, что он обеспечивает системную невосприимчивость растений к комплексу вредных организмов на протяжении всей вегетации и наиболее близок к проявлению естественного иммунитета.

Индукция устойчивости растений к патогенам осуществляется путем предварительной обработки семян или вегетирующих растений биологически активными веществами, обладающими свойствами стимуляторов иммунной системы. Эти вещества усиливают в растениях реакции защиты от патогенов так, что при последующем заражении восприимчивый сорт реагирует на инфекцию как относительно устойчивый. Для картофелеводства наибольший интерес представляют препараты на основе арахидоновой кислоты, хитиназы и др., способных вызвать в обработанном растении синтез антипатогенных фитоантибиотиков – фитоалексинов. В настоящее время большое внимание уделяется препарату

хитозану, источником получения которого является хитин – биополимер, широко распространенный в природе. Хитозан защищает растения от болезней посредством изменения обмена веществ в сторону, неблагоприятную для патогенов, однако в определенных условиях он проявляет фунгистатическую, бактерицидную и противовирусную активность. По данным С.Л.Тютерева (2002) хитозан существенно повышает устойчивость картофеля к фитофторозу, альтернариозу, ризоктониозу и бактериозам.

Использование регуляторов роста растений и индукторов устойчивости позволяет существенно снизить опасность загрязнения окружающей среды пестицидами.

Важным моментом в борьбе с фитофторозом и другими болезнями, особенно на клубнях, является своевременная и качественная десикация ботвы. Установлено, что главными показателями для ее проведения на семенных участках картофеля должны служить уровень поражения ботвы фитофторозом на 15-20 % и сформировавшаяся семенная фракция; на товарных – начало естественного отмирания, но не позднее чем через 7-8 дней после последней обработки фунгицидами. Десиканты не действуют непосредственно на возбудителя болезни. На оставшихся зеленых частях растений патоген сохраняет жизнеспособность и может вызвать заражение клубней, поэтому необходимо после десикации ботву удалить с поля.

В качестве десикантов в Беларуси разрешено применение реглона супер, ВР и голден ринга, ВР с нормой расхода 2 л/га. Расход рабочей жидкости – 400-600 л/га.

После уничтожения ботвы при сильном уплотнении почвы следует провести рыхление междурядий, что позволит предотвратить удушение клубней и заражение их возбудителем резиновой гнили.

Уборка и хранение

Массовую уборку картофеля необходимо начинать через 10-14 дней после уничтожения ботвы. В эти сроки формируется прочная защитная перидерма, которая препятствует травмированию клубней во время уборки и проникновению возбудителей гнилей. Картофель с участков с избыточным увлажнением почвы, как наиболее подверженный поражению болезнями убирается и хранится отдельно. Ранние сорта следует убирать своевременно, чтобы избежать заражения клубней фитофторой и для снижения вредоносности парши обыкновенной.

Сразу после уборки в каждом хозяйстве рекомендуется определить пригодность картофеля имеющихся сортов, а также поступившего с разных полей, к длительному хранению. Для этого достаточно по 100 клубней из каждой партии поместить в полиэтиленовые пакеты, плотно завязать и выдержать при температуре +18-20 °С в течение двух недель. По истечении указанного срока визуально определяется поражение гнилями. Непригодным к хранению считается результат с загниванием более 50 % клубней образца.

Такие партии нужно сразу отправлять для переработки на крахмал или на корм скоту.

Подготовка к длительному хранению пригодных партий зависит от наличия материально-технической базы. Партии с поражением до 5 % клубней пригодны к хранению без дополнительной переборки. При отсутствии хранилищ закладываются постоянные бурты длиной до 20 м и высотой до 1,5 м, окончательное укрытие землей которых надо проводить при устойчивом похолодании в конце октября. В хранилищах такие партии сначала выдерживают 8-10 суток при температуре +15 °С и относительной влажности воздуха 90-95 %. Затем температуру постепенно снижают (но не более чем на 0,5-1 °С в сутки) и переходят к основному периоду хранения при устойчиво низкой температуре +2 – +4 °С.

Картофель, имеющий по результатам вышеуказанной проверки скрытое поражение гнилями в пределах 5-10 %, подлежит обязательной ручной переборке перед закладкой на постоянное хранение. Сначала закладывают временные бурты высотой до 1 м или выдерживают в хранилище с температурой 10-12 °С на протяжении 15-20 суток. Последующая тщательная переборка позволяет отобрать здоровые и выбраковать больные клубни.

Полная сохранность партий с наличием более 10 % зараженных гнилями клубней не гарантирована. В этом случае также проводится ручная переборка после временного хранения. Затем картофель нужно реализовать как продовольственный или технический. Если очаги гнили в хранящемся материале появятся повторно, то эту партию следует использовать на хозяйственные цели.

Для снижения влажности в слое картофеля и предотвращения его отпотевания в хранилищах с естественной вентиляцией, особенно в начальный период хранения, клубни можно укрывать слоем свеклы (столовой, кормовой, сахарной) в 2-3 корня, но обязательно очищенной от почвы. Этот прием способствует значительному снижению развития сухих и мокрых гнилей. В опытах в закромах, укрытых свеклой, наблюдалось только 1,5 % клубней, пораженных мокрой гнилью, а без укрытия – 8,5 %.

Не рекомендуется в течение зимнего периода проводить полную переборку клубней, так как это приводит к дополнительному травмированию их и, следовательно, к значительному перезаражению возбудителями сухой и фомозной гнилей. В случае возникновения очагов мокрых гнилей нужно провести переборку клубней в этих очагах, не затрагивая основную массу их. Полную переборку картофеля проводят, если в партии выявлено более 10 % клубней с признаками фитофтороза, фомоза, бактериальных болезней (в том числе мокрой гнилью) а также клубней с признаками задохания или подмораживания.

Развитие сухих и мокрых гнилей в хранящемся картофеле значительно снижает опудривание клубней мелом или цементом – 2 кг/т.

Здоровые клубни, отобранные на семенные цели, могут перед закладкой на хранение обрабатываться максимум в дозе 0,2 л/т. Фунгицид

защищает картофель от развития сухих фузариозных гнилей, антракноза, фомоза, парши серебристой, черной ножки, раневой водянистой гнили.

ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ГНИЛЕЙ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ И БОЛЕЗНЕЙ, СПОСОБСТВУЮЩИХ ИХ РАЗВИТИЮ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Признаки гнилей разделены по типам поражения клубней картофеля. Если признаки определяемого поражения не совпадают с содержанием пункта, следует перейти к пункту, указанному в скобках. При совпадении признаков последовательно переходят от пункта к пункту, пока не дойдут до того, в котором указано название болезни или повреждения.

Прочитав все описания поражений до следующего пункта со скобками, надо решить, содержание какого из пунктов наиболее полно соответствует признакам определяемого поражения.

В том случае, когда имеется растение с двумя или более типами поражений, определение следует вести по наиболее характерному признаку. Если и после этого остались сомнения в правильности определения, то его надо повторить еще раз по соответствующему признаку. Результаты обоих определений должны совпасть.

1 (28). Поражена поверхность клубней.

2 (12). Изменения в виде пятен.

3. Пятна бурые, слегка вдавленные. Окончательное определение по разрезу клубня **Фитофтороз.**

4. Пятна темные, до черного цвета. Образуются преимущественно у столонного конца. Окончательное определение на разрезе клубня **Черная ножка.**

5. На поверхности клубней, преимущественно в вершинной части их, появляются черные, слегка вдавленные в мякоть пятна размером 0,2-2,5 см. Позже пятна покрываются черным бархатистым налетом **Черная пятнистость (торулез).**

6. Поверхностные коричневые пятна с черной каймой. Позже больная ткань чернеет **Резиновая гниль.**

7. Пятна твердые, черные, впоследствии ткань на них сморщивается. Во влажных условиях образуется слизь зеленоватого цвета со слабым гнилостным запахом, ткани активно разрушаются **Твердая черная гниль.**

8. Поверхностные влажные, черные пятна, под которыми образуются язвы. Ткани вокруг язв влажные и темные. На поверхности язв покровная ткань натягивается, и когда прорывается, то из больных нижележащих тканей выделяется специфическая жидкость ... **Раневая водянистая гниль.**

9. Пятна темные, поверхностные, слегка морщинистые, мягкие. В местах пятен паренхимная ткань коричневеет и загнивает. При разрезе

клубня четкая граница между здоровой и пораженной тканью отсутствует. Через некоторое время ткань в местах поражения темнеет **Темная гниль**.

10. Интенсивное потемнение столонной части и мягкое неровное окрашивание вершинной части. Больная ткань как бы просвечивается **«Сахарный конец»**.

11. Пятна черные, слегка водянистые, расположены вблизи глазков или чечевичек. Кожура клубня на ранних этапах развития заболевания остается целой, но нижележащие ткани загнивают, цвет их становится сероватым, а затем черным. Впоследствии пораженная ткань как бы западает, и образуются язвы диаметром 10 мм и более ... **Угольная гниль**.

12 (15). Изменения в виде язв.

13. Округлые сухие язвы в виде впадин. Больная ткань коричневатая, покрыта плотно натянутой кожурой клубня. При разрыве кожуры видны мелкие темные образования – пикниды гриба-возбудителя. Окончательное определение по разрезу клубня **Фомозная гниль**.

14. Язвы небольшие (до 1,5 мм) слегка вдавленные, желтые, округлые. Больная ткань мягкая, влажная, нередко достигает сосудистого кольца. Язвы хорошо видны после очистки тонкого слоя кожуры клубня. Окончательное определение по разрезу клубня **Ямчатая, или кольцевая гниль**.

15 (17). Изменения в виде пустул (бугорков).

16. Поверхность клубня покрыта бородавчатыми вздутиями. На его поверхности четко просматриваются многочисленные коричнево-черные округлые пятна диаметром до 5 мм. В местах пятен под кожицей формируются споровместилища, содержащие шоколадно-бурую, вначале плотную, а затем порошачую споровую массу. Со временем пораженные клубни приобретают вид сухой коричневой пылевидной массы **Головня**.

17 (20). Изменения в виде трещин.

18. Под треснувшей и отставшей кожурой – сухая коричневая масса, не распространяющаяся глубоко внутрь клубня. Окончательная диагностика – на разрезе клубня **Стеблевая нематода**

19. Под треснувшими тканями или отставшей кожурой светло-желтая, коричневая или черная слизистая масса. Окончательное определение на разрезе клубня **Кольцевая гниль**.

20. Общее загнивание клубня.

21 (23). Гниющие ткани сухие. Окончательное определение по разрезу клубня.

22. Кожура на месте гнили серовато-бурая, тусклая, сморщивается складками в виде неправильных концентрических кругов вокруг места первичного поражения. На ней образуются подушечки спороношения гриба-возбудителя белого, серого, желтого, розоватого и других оттенков **Сухая гниль**.

23 (28). Гниющая ткань мокрая, вязкая, тягучая.

24. Мякоть клубня распадается, и он превращается в бесформенную массу с неприятным запахом **Мокрые гнили**.

25. Часть поверхности клубня размягчается. Пятен нет. Кожура легко снимается. Окончательное определение по разрезу клубня **Удушение.**

26. Клубень мокрый. При надавливании из него выделяется водянистая жидкость. Кожура легко отделяется, а мякоть на воздухе быстро краснеет, затем буреет и чернеет **Подмораживание.**

27. Клубни мокрые. Поверхность их мягкая, но не вялая, кожура потемневшая. Чечевички и глазки отмирают **Переохлаждение.**

28. Изменения на разрезе клубня.

29 (31). Гниение тканей отсутствует.

30. Мякоть клубня иссушенная, с небольшими трещинами, точками, пятнами и полостями ржаво-бурого цвета **Переохлаждение.**

31. Измененные ткани загнивают.

32 (35). Изменение чаще начинается со столонного конца.

33. Загнившая ткань черная. Позже гниль распространяется на сердцевинную часть клубня, которая превращается в черно-бурую массу с неприятным специфическим запахом. При подсыхании гнили в клубне может образоваться внутренняя полость с неровными стенками черно-бурой окраски **Черная ножка.**

34. Загнивают ткани сосудистого кольца. При надавливании на клубень из сосудов кольца выделяется тягучая масса желтого, позже темного цвета или светлая мягкая сгнившая ткань. Позже все сердцевинные ткани клубня выгнивают **Кольцевая гниль.**

35. Изменения не приурочены к определенным частям клубня.

36. Побуревшая ткань распространяется внутрь клубня отдельными участками (язычками). Налета грибницы нет **Фитофтороз.**

37. Пораженные ткани сухие, размягченные, но не разрушены полностью. В полостях разрастается белый, желтый, розовый, черный и других оттенков мицелий грибов-возбудителей. В сухих условиях больные ткани усыхают и клубень мумифицируется, во влажных – гниль переходит в мокрую **Сухая гниль.**

38. Поражение тканей распространяется чаще всего от поверхности клубня конусом, вершиной, в глубь мякоти. Загнившая ткань сухая, светло-коричневая с полостями. Стенки полостей выстланы серым войлочным налетом мицелия гриба-возбудителя с черными вкраплениями – пикнидами **Фомозная гниль.**

39. Гнилая ткань в виде белой, рыхлой, кашицеобразной массы, часто отделена от здоровой темной каймой **Удушение.**

40. Сосудистое кольцо клубня размягчается. Загнившие ткани серые, затем буреют и чернеют. При надавливании на клубень из сосудистого кольца выступают капли грязно-белой слизи **Буря бактериальная гниль.**

41. Ткани усыхают, в них образуются пустоты, чаще всего у столонной части. Налет и слизь отсутствуют. Больная ткань мумифицируется **Твердая черная гниль.**

42. Больная ткань чернеет, становится мягкой, но эластичной, резинообразной. После разрезания она окрашивается в грязно-розовый цвет, затем темнеет. Иногда в ней развивается слабый зеленоватый или беловатый мицелий в виде подушечек. В это время выделяется коричневая жидкость с рыбным запахом **Резиновая гниль.**

43. На разрезе видна серая пораженная ткань, отделенная от остальной части клубня черной каймой. На воздухе больная ткань коричневеет, а затем чернеет, выделяя спиртовой запах **Раневая водянистая гниль.**

44. При разрезе ткань пораженного клубня окрашивается сначала в розовый, затем в красно-коричневый цвет с переходом до черного. При надавливании на клубень из мест поражения выделяется светлый экссудат **Розовая гниль.**

45. На разрезе клубня видна мягкая, темная пораженная ткань с черными включениями – склероциями гриба-возбудителя. Часто все внутренние ткани клубня выгнивают **Угольная гниль.**

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванюк, В.Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В.Г. Иванюк, С.А. Банадысев, Г.К. Журомский. -Минск: Белпринт, 2005. -696 с.

2. Дорожкин Н.А., Бельская С.И. Болезни картофеля. – Минск: Наука и техника, 1979. – 248 с.

3. Дитиленхоз картофеля в Беларуси : пособие / В.Г. Иванюк [и др.]. – Мн. : Государственное учреждение «Учебно-методический центр Минсельхозпрода», 2008. – 104 с.

4. Тютюрев, С.Л. Научные основы индуцированной болезнестойчивости растений / С.Л. Тютюрев. – С.-Пб., 2002. – 328 с.