МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-техническому
обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

СОВРЕМЕННОЕ ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ

Научный аналитический обзор

Москва 2019

Техника и оборудование для села

Сельхозпроизводство ⊕ Переработка ⊕ Агротехсервис ⊕ Агробизнес

ЖУРНАЛ «ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА» – ВАШ ПОМОЩНИК В НАУЧНОЙ, ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ, УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ И УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ!

Ежемесячный полнокрасочный научно-производственный и информационно-аналитический журнал «Техника и оборудование для села», учредителем и издателем которого является ФГБНУ «Росинформагротех», выпускается с 1997 г. при поддержке Минсельхоза России и Россельхозакадемии. За это время журнал стал одним из ведущих изданий в отрасли и как качественное и общественно значимое периодическое средство массовой информации в 2008, 2009 и 2011 гг. удостоен знака отличия «Золотой фонд прессы». В редакционный совет журнала входят 7 академиков РАН.

В журнале освещаются актуальные проблемы технической и технологической модернизации АПК: инновационные проекты, технологии и оборудование, энергосбережение и энергоэффективность; механизация, электрификация и автоматизация производства и переработки сельхозпродукции; агротехсервис; аграрная экономика; информатизация в АПК; развитие сельских территорий; технический уровень сельскохозяйственной техники; возобновляемая энергетика и др.

Журнал является постоянным участником большинства международных и российских выставок, конференций и других крупных мероприятий в области АПК, проходящих в России, неоднократно отмечался почетными грамотами, дипломами и медалями (более 10).

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН, Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Регионы распространения журнала: Центральный, Центрально-Черноземный, Поволжский, Северо-Кавказский, Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Северный, Северо-Западный, Калининградская область, а также государства СНГ (Украина, Беларусь, Казахстан).

Индекс в каталоге агентства «Роспечать» – 72493, в объединенном каталоге «Пресса России» – 42285.

Стоимость подписки на 2019 г. с доставкой по Российской Федерации – 8316 руб. с учетом НДС (10%), по СНГ и странам Балтии – 9480 руб. (НДС – 0%).

Приглашаем разместить в журнале «Техника и оборудование для села» информационные (рекламные) материалы, соответствующие целям и профилю журнала.

Подписку и размещение рекламы можно оформить через ФГБНУ «Росинформагротех» с любого месяца, на любой период, перечислив деньги на наш расчетный счет.

Банковские реквизиты: УФК по Московской области
(Отдел № 28 Управления Федерального казначейства по МО)
ИНН 5038001475/КПП 503801001
ФГБНУ «Росинформагротех», л/с 20486X71280,
р/с 40501810545252000104 в ГУ Банка России по ЦФО, БИК 044525000
В назначении платежа указать код КБК (000 0000 0000000 000 440), ОКТМО 46647158.

Адрес редакции: 141261, Московская обл., пос. Правдинский, ул. Лесная, 60,
Росинформагротех, журнал «Техника и оборудование для села».
Справки по телефонам: (495), 993-44-04, (496) 531-19-92;
E-mail: r_technica@mail.ru, fgnu@rosinformagrotech.ru

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-
техническому обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

СОВРЕМЕННОЕ ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ

Научный аналитический обзор

Москва 2019

ББК 42.15-3
УДК 631.3:635.21
С 56

Рецензенты:
В.И. Славкин, д-р техн. наук, проф., проф. кафедры
«Механика и технические системы»
(ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет»);
Н.В. Алдошин, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой
«Сельскохозяйственные машины»
(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева)

С 56 **Жевора С.В., Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Усков А.И., Варицев Ю.А., Варицева Г.П., Галушка П.А., Ускова Л.Б., Мишуров Н.П., Щеголихина Т.А., Манохина А.А., Осмоловский П.Д. Современное лабораторное оборудование и сельскохозяйственная техника для селекции и семеноводства картофеля**: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 80 с.

ISBN 978-5-7367-1531-2

Рассмотрены современные технологии селекции и семеноводства картофеля, лабораторные методы, оборудование и сельскохозяйственная техника. Приведены требования к показателям качества картофеля, нормы отбора листовых и клубневых проб для лабораторного тестирования.

Предназначен для руководителей и специалистов агропромышленного комплекса, преподавателей и студентов вузов, учебно-методических центров, научных работников, сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Zhevora, S.V., Starovoitov, V.I., Starovoitova, O.A., Uskov, A.I., Varitsev, Yu.A., Varitseva, G.P., Galushka, P.A., Uskova, L.B., Mishurov, N.P., Schegolikhina, T.A., Manokhina, A.A., Osmolovsky, P.D. Modern laboratory equipment and agricultural machinery for the potatoe breeding and seed production: scientific and analytic overview. – M.: Rosinformagrotekh, 2019. – 80 p.

Modern technologies for the potato seed production and laboratory methods, equipment and ag-ricultural machinery for the potato breeding and seed production are discussed. The requirements for the potato quality indicators, the norms for the selection of leaf and tuber samples for labora-tory testing are given.

It is intended for managers and specialists of the agribusiness, teachers and university students, educational centers, scientists, and agricultural producers.

ББК 42.15-3
УДК 631.3:635.21

ISBN 978-5-7367-1531-2
© ФГБНУ «Росинформагротех», 2019

ВВЕДЕНИЕ

Картофель в России – одна из высокорентабельных растениеводческих культур, пользующаяся повышенным спросом, которая является продуктом для здорового питания, источником восполнения недостатка витаминов, макро- и микроэлементов, антиоксидантов, незаменимых пищевых и физиологически активных веществ, аминокислот, углеводов, биофлавоноидов, фитонцидов [1]. Лидеры по производству картофеля – Китай (100 млн т) и Индия (46 млн т). Россия также считается крупнейшим в мире производителем картофеля.

Министерством сельского хозяйства Российской Федерации ежегодно отмечается рост производства этой культуры, что обеспечивает население нашей страны продовольственным картофелем, а имеющийся его семенной фонд удовлетворяет потребности при посадке. Основное производство сосредоточено в Центральном (32,4% общего среднегодового валового сбора), Поволжском (25,1%) и Сибирском (15,1%) федеральных округах. По данным Федеральной службы государственной статистики, площадь посадки картофеля в хозяйствах всех категорий в 2018 г. составила 1324,6 тыс. га, по сравнению с 2017 г. сократилась на 24,9 тыс. га (1,8%), а по сравнению с 2015 г. – на 237,1 тыс. га (15,1%) [2].

Государственная поддержка агропромышленного комплекса осуществляется в рамках Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы, утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717, где предусмотрены меры, направленные, в том числе и на производство картофеля в сельскохозяйственных организациях (СХО), крестьянских (фермерских) хозяйствах (К(Ф)Х) и хозяйствах индивидуальных предпринимателей (ИП) [3, 4]. На основании сложившихся тенденций в изменении структуры площадей посадки и среднего уровня урожайности по категориям хозяйств за последние пять лет с учетом предполагаемого повышения урожайности

в секторах СХО, К(Ф)Х и личных хозяйствах населения (ЛПХ), а также при условии реализации подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы и ожидаемых возможностей прямой и косвенной государственной поддержки сельхозпроизводителей и создания условий для развития отечественного рынка картофелепродуктов можно прогнозировать дальнейшее повышение средней урожайности картофеля при некотором сокращении площадей посадки и сохранение или некоторое увеличение его валового сбора.

В последние годы в развитых странах происходит стремительное внедрение инновационных наукоёмких технологий в селекцию сельскохозяйственных культур, семеноводство, создание современных средств защиты растений. Эта тенденция касается и производства картофеля. В 2015 г. Минсельхозом России утверждены дополнительные меры по стимулированию производства и использования качественных семян ряда сельскохозяйственных культур, в том числе картофеля. Проводится работа по созданию специальных селекционно-семеноводческих центров. Важными представляются также организация рынка семенного картофеля и повышение конкурентоспособности в соответствии с практикой, сложившейся в мировом картофелеводстве.

В издании проанализированы современные технологии селекции и семеноводства картофеля, лабораторные методы, наличие оборудования и сельскохозяйственной техники.

Результаты работы будут способствовать формированию условий научной, научно-технической деятельности, развитию селекции и семеноводства технических культур, обеспечивающих независимость и конкурентоспособность отрасли.

1. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СЕМЕНОВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ

Одной из главных причин низкого уровня урожайности картофеля во многих регионах является высокая зараженность семенного материала инфекционными фитопатогенами в большинстве сельхозпредприятий, К(Ф)Х и хозяйствах населения, на долю которых приходится значительная часть производимого в стране картофеля. Качество семенного картофеля в значительной мере зависит от степени поражения материала вирусными, бактериальными и грибными болезнями. В этой связи контроль за распространением фитопатогенов в процессе воспроизводства и размножения семенного материала является важнейшим элементом системы семеноводства картофеля [5].

По данным ФГБУ «Россельхозцентр» результатов мониторинга качества семенного картофеля на соответствие требованиям национальных стандартов, доля проверенных семян картофеля составляет от 72,1 до 96,6% общего количества высаженного картофеля. Наибольшие объемы проверенных семян были в сельскохозяйственных предприятиях, в среднем – 93,4%, в К(Ф)Х – 62,7% [6]. Требованиям стандарта соответствовало лишь от 65,1 до 88,6% проверенного семенного картофеля. Приведенные данные показывают, что в сельхозорганизациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах ежегодно высаживается высокая доля семенного картофеля, не соответствующего требованиям стандартов [7].

Основными методами определения качества семенного картофеля являются визуальные. Современные методики проведения инспекции полей (полевой апробации) и клубневого анализа для оценки состояния выращиваемого материала во время вегетации по ботве и после уборки в период покоя по клубням в комплексе дают достаточно полную и объективную картину качества семенного материала, позволяющую отнести его к тому или иному классу в процессе сертификации [8].

Однако с помощью визуальных методов нельзя выявить и оценить латентную форму инфекции, т.е. присутствие в семенном ма-

териале патогенов при отсутствии признаков патогенеза (болезней). Прогрессивное накопление семенных инфекций в латентной форме детерминирует процесс биотического вырождения культуры картофеля [9]. В результате это может привести, а часто и приводит, к быстрому вырождению семенного материала даже при соблюдении всех требований технологии выращивания и хранения семенного картофеля. Для эффективного контроля латентной формы инфекции необходима разработка объективных лабораторных методов идентификации и количественного определения фитопатогенов [10].

Совершенствование схемы контроля патогенов в процессе воспроизводства исходного материала для семеноводства картофеля предполагает значительное увеличение объемов лабораторного тестирования [11]. В связи с этим к лабораторным методам для массовых и экспрес-анализов предъявляются определенные требования: наряду с высокой чувствительностью, специфичностью и воспроизводимостью важное значение имеют производительность, возможность автоматизации и объективного документирования, время и себестоимость проведения одного теста [12, 13].

С использованием иммунохимических и молекулярных технологий разработано много эффективных лабораторных методов, которые в той или иной степени используются для диагностики фитопатогенов в целях контроля качества семенного картофеля. В то же время для сертификации семенного картофеля Межгосударственным стандартом ГОСТ 33996-2016 Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества регламентированы три наиболее адаптированных для этих целей метода: иммуноферментный анализ (ИФА), иммунохроматографический анализ (ИХА), метод полимеразной цепной реакции (ПЦР). Метод твердофазного ИФА получил широкое распространение в диагностической практике благодаря редкому сочетанию простоты, удобства, высокой чувствительности и возможности автоматизации теста для проведения большого количества анализов. Ценным качеством ИФА является возможность диагностировать фитопатогены непосредственно в растительных экстрактах. В отличие от иммунодиффузионных тестов форма вирионов (сферические, палочковидные или нитевидные) не лимитирует ИФА. Метод позволяет одновременно анализировать большое количество

проб и проводить анализ за несколько часов. Методы ИФА продолжают стремительно развиваться и совершенствоваться в соответствии с новыми научными и технологическими достижениями в области аналитической биотехнологии. В связи с этим возникает необходимость создания современной технологии производства иммунохимических материалов, необходимых для высокопроизводительного лабораторного анализа. Одновременно с этим актуальны создание и оснащение современным лабораторным оборудованием диагностических центров, осуществляющих контроль за распространением фитопатогенов в семенном материале в различных регионах Российской Федерации.

1.1. Требования к показателям качества картофеля

Повышение качества сельскохозяйственной продукции является актуальнейшей современной проблемой, обусловленной, с одной стороны, ростом потребительских предпочтений населения, с другой – тесной взаимосвязью между качеством продукции, эффективностью производства, ценой и конкурентоспособностью на внутреннем и мировом рынках [14]. Потребительские качества картофеля формируются взаимодействием природы (почвы, солнца, воды, микроорганизмов), технических и химических средств (удобрений, средств защиты растений и др.), усилий картофелеводов, их опыта, знаний, умения организовать производство. Научно обоснованное решение всего комплекса проблем, касающихся повышения потребительских свойств картофеля и снижения его потерь, возможно при учете и изучении всех факторов, влияющих на качество продукции как в сфере производства, где закладываются основы качества, так и в сфере обращения – движения к потребителю.

Качество свежего продовольственного картофеля регламентирует ГОСТ 7176-85 Картофель свежий продовольственный, заготовляемый и поставляемый. Технические условия. Качество картофеля свежего продовольственного, заготовляемого и поставляемого, а также реализуемого в розничной торговой сети, регламентируют ГОСТ 26545-85 и ГОСТ Р51808-2013. Требования к качеству картофеля, заготовляемого и поставляемого для переработки, регламентированы стандартами: ГОСТ 6014-68 Картофель свежий для переработки. Технические условия и ГОСТ 26832-86 Картофель

свежий для переработки на продукты питания. Технические условия. ГОСТ 7176-85 допускает поставлять на эти предприятия партии картофеля с содержанием мелких клубней (от 20 до 30 мм) до 5%, с механическими повреждениями глубиной более 5 мм или разрезанных, треснувших с повреждениями длиной более 20 мм. Стандарт запрещает принятие для переработки партии картофеля с посторонними запахами, вызванными условиями выращивания, транспортирования и хранения. Правила приемки и методы определения качества картофеля изложены в ГОСТ 7194-81.

С учетом изменяющихся представлений в отношении потребительских и столовых качеств клубней сортов картофеля и структуры целевого использования урожая [15] определены основные направления развития селекционных программ на ближайшую и длительную перспективу. При этом следует учесть, что у современного сорта картофеля оцениваются около 50 хозяйственно ценных признаков на различных этапах селекционного процесса. Требованиями производства определяется наиболее широкий круг традиционно контролируемых признаков, включающих в себя урожайность и ее компоненты (количество клубней в гнезде, средняя масса одного клубня), уровень содержания сухого вещества, срок созревания, устойчивость к наиболее вредоносным патогенам, адаптивность к стрессам, условиям технологии выращивания и механизированной уборки, продолжительность периода покоя при длительном хранении, а также комплекс морфологических признаков клубня – привлекательная форма, желаемая окраска кожуры и мякоти, мелкое залегание глазков. Уровень проявления хозяйственно ценных признаков определяется генотипическими особенностями и конкретными агроклиматическими условиями возделывания сортов, поэтому с учетом их целевого назначения выделяют общие и специальные требования как к комплексу, так и параметрам основных хозяйственно ценных признаков.

В России в структуре потребления картофеля свыше 50% общего объема его производства идет на продовольственные цели, поэтому важнейшим направлением селекции является создание столовых сортов, клубни которых используются для приготовления разнообразных блюд в домашних условиях и современной индустрии общественного питания. Для товаропроизводителя важны уровень

урожайности, устойчивость к наиболее вредоносным болезням, вредителям и стрессовым факторам (жара, засуха, переувлажнение), продолжительность периода покоя клубней и др. С учетом этого сформулированы общие и специальные требования к параметрам основных хозяйственно ценных признаков столовых сортов картофеля для использования в свежем виде.

Таким образом, отечественной селекции картофеля необходимо четкое соответствие параметров хозяйственно ценных признаков конкретного сорта целевому назначению, позволяющее эффективнее использовать сортовые ресурсы как товаропроизводителям – для выбора сортимента и обеспечения особенностей технологии выращивания, так и торговым сетям – для оптимального удовлетворения различающихся запросов потенциальных потребителей продукции.

1.2. Семеноводство картофеля

Важным является процесс тиражирования нового сорта, который включает в себя выращивание оригинального семенного, элитного и репродукционного картофеля и описывается в соответствующих ГОСТах (рис. 1) [16-18].

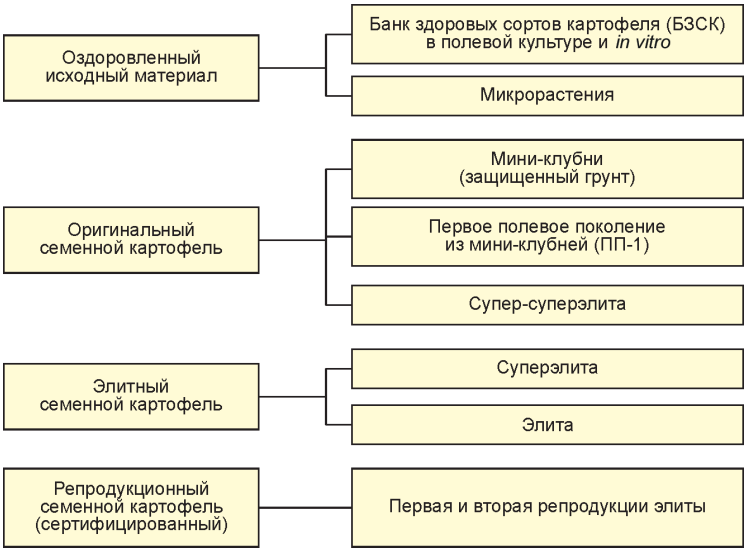

Рис. 1. Классификация семенного картофеля в России

В соответствии с установленным порядком Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, территориальные органы управления АПК субъектов Российской Федерации определяют потребности в семенном материале, организуют и координируют работу всех этапов производства оригинального, элитного и репродукционного семенного картофеля. Система семеноводства картофеля охватывает все сорта, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в производстве.

Размножение in vitro материала. Для обеспечения гарантированного и надежного качества семенного картофеля требуется систематически обновлять исходный материал на основе введения в культуру *in vitro* чистых линий от лучших здоровых протестированных и отобранных исходных растений (базовых клонов), тщательно проверенных на сортовую типичность и наличие вирусной, вироидной и бактериальной инфекции [16]. Все работы проводятся в стерильных условиях – в ламинар-боксе. Необходимо иметь предварительно выдержанные (2-2,5 ч при температуре 180°С) в сухожарочном шкафу инструменты и посуду. Кроме суховоздушного способа, посуду можно стерилизовать автоклавированием в течение 25 мин при 1-1,2 атм. Чистую посуду хранят в закрытых шкафах, в чистоте, не допускающей загрязнения, в том числе следами химических веществ.

Рис. 2. Фитотрон по производству растений картофеля в пробирках и контейнерах

Сформировавшиеся из эксплантов апексов растения-регенеранты подвергают клонированию путем черенкования в стерильной культуре. Черенки высаживают на питательную среду того же состава, что и для введения в культуру [19, 20]. В практике оригинального семеноводства картофеля наиболее широко распространены технологии получения и клонального размножения *in vitro* микрорастений в культивационных помещениях (фитотронах) (рис. 2). Из

растений в условиях контролируемой среды под защитой от насекомых – переносчиков инфекций производят микро- или мини-клубни.

Выращивание мини-клубней. Исходные оздоровленные микрорастения картофеля размножают в лабораторных условиях в течение зимне-весеннего периода методом черенкования с доведением до необходимых объемов с обязательной диагностикой на скрытую зараженность болезнями методом иммуноферментного анализа (ИФА). Линии с положительной реакцией при тестировании выбраковывают [19]. Растения, размноженные в условиях *in vitro*, высаживают в защищенный грунт для получения мини-клубней. Такие условия позволяют получать здоровые клубни с максимально высоким коэффициентом размножения. Допускается выращивание микрорастений в полевых условиях на изолированном участке со строгим соблюдением защитных и агротехнических мероприятий, предотвращающих заражение растений возбудителями болезней.

Выращивание оздоровленных мини-клубней под защитой от тлей – переносчиков вирусной инфекции. Мини-клубни выращивают в весенне-летних каркасных теплицах (тоннелях) при строгом соблюдении комплекса фитосанитарных и защитных мероприятий, исключающих возможность новых заражений патогенами извне [19, 21]. В период вегетации воздухообмен и поддержание оптимальной температуры обеспечивают благодаря комбинированному покрытию антимоскитной сеткой и ультрасилом. Для выращивания мини-клубней используют пластмассовые цветочные горшки ∅25 см и объемом на 5 л почвосмеси. Для полива почвы в горшках применяют системы капельного орошения. Наряду с поливом почвы для растений поддерживают оптимальную влажность воздуха благодаря системе мелкодисперсного распыления влаги. Современные инновации в системе клонального микроразмножения *in vitro* материала и новые технологические решения позволили существенно усовершенствовать способы получения *in vitro* микроклубней и успешно использовать их для выращивания мини-клубней в условиях вегетационных сооружений различных типов и конструкций [17, 18, 22].

Способ выращивания мини-клубней в аэрогидропонных установках. Аэропонная система состоит из мелкодисперсных распылителей, вмонтированных в трубу, которая подключена к водяному насо-

су с фильтром тонкой очистки. Через распылители осуществляется мелкодисперсное орошение корней, при котором одновременно происходят эффективная аэрация и насыщение кислородом питательного раствора. После смачивания корней жидкость стекает обратно в гидрорезервуар, смешивается с остальной жидкостью и готовится к дальнейшей рециркуляции. В процессе работы аэропонной системы происходят принудительное нагнетание жидкости в систему, его активное перемешивание и насыщение кислородом воздуха. Таким образом, жидкость в гидрорезервуаре также постоянно подвергается рециркуляции и насыщению кислородом, в результате чего раствор не застаивается в гидрорезервуаре [22-24].

Питомник первого полевого поколения из мини-клубней. В нём высаживают все мини-клубни, полученные в защищенном или открытом грунте. Каждое растение в этих питомниках подвергается трехкратной визуальной оценке с одновременной браковкой и удалением больных растений и клубней с поля и немедленным их уничтожением. Обязательно проведение профилактических и защитных мер, предотвращающих повторное заражение растений и клубней болезнями и вредителями. Раннюю уборку с предварительным уничтожением ботвы проводят вручную. По результатам визуальной оценки и послеуборочного тестирования растения и клубни должны быть без вирусов и бактерий.

Питомник супер-суперэлитного картофеля. В таком питомнике высаживают клубни, полученные в питомнике первого полевого поколения из мини-клубней, или объединенный клубневой материал из питомника испытания клонов. Обязательны проведение фитопрочисток (не менее 3 раз за вегетацию) и комплекса профилактических и защитных обработок инсектицидами и фунгицидами, а также послеуборочное тестирование на скрытую зараженность болезнями. Клубни супер-суперэлитного картофеля должны соответствовать требованиям стандартов Российской Федерации и использоваться для выращивания суперэлитного картофеля.

Элитное семеноводство. Главная задача элитного семеноводства – обеспечить ускоренное размножение семенного картофеля при одновременном сохранении и поддержании его высокой сортовой чистоты, продуктивных свойств и посевных качеств. Элитное семе-

новодство ведут экспериментальные базы и опытно-производственные хозяйства научно-исследовательских учреждений и специализированные семеноводческие хозяйства, имеющие лицензию на их производство под контролем оригинатора сорта.

Питомник суперэлитного картофеля. Закладывают клубневым материалом класса супер-суперэлита. Густота посадки 60-70 тыс/га в зависимости от крупности клубней и особенностей сорта. Во время вегетации проводят полный комплекс технологических, семеноводческих и защитных мероприятий. Обязательны фитосортопрочистки – не менее 3 раз. Полученный урожай идет на размножение. Из питомника суперэлиты отбирают пробу клубней для грунтконтроля в соответствии с методикой грунтконтроля в семеноводстве картофеля. Растения и клубни суперэлиты должны соответствовать по качеству требованиям стандартов, предъявляемым к суперэлитному картофелю. При посадке такого картофеля следует руководствоваться ГОСТ Р 55757-2013 Картофель (клубни). Материал посадочный. Сортовые и посадочные качества. Общие технические условия. Перед посадкой семена тщательно отбирают. Посадку мини-клубней осуществляют клоновыми сажалками, а клонов, отобранных из питомника, – обычными автоматическими сажалками.

Питомник элитного картофеля. Элитный картофель – семенной материал, обладающий хозяйственными, биологическими и морфологическими признаками, свойственными сорту, полученный от размножения суперэлитных семян и предназначенный для производства репродукционных семян, соответствующий установленным нормативным требованиям, выращенный с соблюдением комплекса агроприемов и мер защиты от вредителей, имеющий соответствующую документацию. Густота посадки должна обеспечивать получение максимального количества клубней семенной фракции. Обязательно выполнение комплекса технологических, профилактических и защитных мероприятий.

Репродукционное семеноводство. Включает в себя производство семян первой и второй репродукций в семеноводческих хозяйствах и хозяйствах с товарным производством картофеля. Для проведения сортообновления и сортосмены в сельскохозяйственных предприятиях с товарным производством картофеля используют семенной

материал классов элита, первой и второй репродукции после элиты. Третья репродукция является последней ступенью в размножении семян картофеля, она полностью используется на продовольственные, технические, кормовые цели. Семенной картофель первой и второй репродукций выращивают все хозяйства для собственных нужд, а специализированные семеноводческие хозяйства, имеющие лицензию на производство семенного картофеля – для реализации внутри страны и на экспорт.

Размножение новых и перспективных сортов. Семеноводческая работа по сортам, передаваемым в государственное испытание на хозяйственную полезность. Вести размножение нового сорта в первые два года сортоиспытания имеют право только оригинатор сорта, по иностранным сортам – патентообладатель, а также учреждения и предприятия, имеющие лицензию на производство оригинального семенного картофеля и договорные отношения с оригинаторами или патентообладателями сортов. Решение о признании сорта перспективным дает основание для разворачивания семеноводства по полной схеме. Семенной материал сорта, находившегося в государственном сортоиспытании, но не включенного в реестр сортов, обезличивают и используют для производства товарного картофеля с момента принятия решения о прекращении его испытания.

В процессе размножения и производственного использования продуктивные качества сортов ухудшаются в результате механического засорения и поражения грибными, бактериальными, вирусными и другими болезнями и вредителями. Поэтому основой семеноводства картофеля являются своевременные сортообновление (периодическая замена семенного картофеля низких репродукций качественным высокопродукционным семенным материалом) и сортосмена (замена в производстве ранее возделываемых сортов новыми, более урожайными и ценными по качеству продукции и другим хозяйственным свойствам сорта). Основные цели семеноводства картофеля – сохранение и поддержание типичности, чистосортности, высокой продуктивности и качества семенного материала. В этой связи важное значение имеет обязательное исполнение всеми субъектами семеноводства организационных, методических и технологических мероприятий, а также установленных требований и

норм в процессе оригинального, элитного и репродукционного семеноводства. Соблюдение особенностей агрометодики выращивания картофеля позволяет значительно повысить урожайность. Практики, желающие повысить урожайность клубней, должны тщательно подходить к выбору сорта и даты посадки, эффективной борьбе с сорняками, внесению удобрений, поливу и уборке [25, 26].

1.3. Нормы отбора листовых и клубневых проб для лабораторного тестирования

Применение лабораторных методов для диагностики фитопатогенов в целях сертификации семенного картофеля регламентировано для области оригинального семеноводства, включающего в себя воспроизводство и размножение исходного материала до класса супер-суперэлиты включительно. Нормативные показатели допусков по фитопатогенам, обозначенные в Межгосударственном стандарте ГОСТ 33996-2016 Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества, достаточно жесткие (табл. 1). Для класса супер-суперэлиты (ССЭ) допуски наличия вирусов в латентной форме составляют до 10%, в том числе вызывающих тяжелые формы болезней (YBK) – до 1%. Наличие возбудителей бактериозов, выявляемых лабораторными методами, для материала категории оригинальных семян не допускается. В категории оригинальных семян (ОС) для исходного материала (ИМ) не допускается наличие инфицированных растений. Для первого полевого поколения из мини-клубней (ПП-1) максимальные допуски наличия вирусной инфекции в скрытой форме составляют 5%, в том числе YBK, вызывающего тяжелые формы болезней, – до 0,5%.

Таблица 1

Нормативные допуски наличия патогенов в оригинальном семенном картофеле

Показатели	Норма для класса/поколения		
	ИМ	ПП-1	ССЭ
Вирусы – всего, %	0	5,0	10,0
В том числе PVY	0	0,5	1,0
Бактериальная инфекция, %	0	0	0

Применение лабораторных методов диагностики фитопатогенов в процессе сертификации семенного картофеля регламентируется Межгосударственным стандартом ГОСТ 33996-2016. Нормы отбора листовых и клубневых проб и методы их тестирования представлены в табл. 2.

Таблица 2

Нормы и методы лабораторного тестирования оригинального семенного картофеля

Семенной материал	Класс/поколение	Норма тестирования	Методы
Базовые клоны. Исходные микроклоны *in-vitro*	ИМ	100% растений	ИХА, ИФА, ПЦР
Теплицы летнего типа (мини-клубни)	ИМ	250 растений по сорту	ИФА, ПЦР
Категория ОС	ПП-1	200 клубней от партии	ИФА
	ССЭ	200 клубней от партии	ИФА
Категория ЭС	СЭ	100 клубней от партии	ИХА, ИФА
	Элита		

В соответствии с данной схемой все исходные для семеноводства базовые клоны в обязательном порядке тестируют на отсутствие возбудителей вирусных, вироидных и бактериальных заболеваний с использованием комплекса современных и высокочувствительных методов лабораторной диагностики: иммуноферментного анализа, иммунохроматографии, анализа на основе полимеразной цепной реакции [27].

Перед началом клонирования *in vitro* исходные микрорастения, используемые в программах по размножению сортов и перспективных гибридов картофеля, проверяют на отсутствие вирусов, вироида и возбудителей бактериозов картофеля с помощью методов ИФА, ИХА и ПЦР. При этом нижнюю часть микрорастений применяют непосредственно для анализа, а верхушки растений с отрицательной реакцией во всех тестах – для дальнейшего микрочеренкования.

В процессе производства очень важно обеспечить контроль и подтвердить безвирусный статус исходного материала на самом первом этапе размножения *in vivo* при культивировании оздоровленных ми-

крорастений на почвенных субстратах. Как правило, безвирусный статус микрорастений обеспечивается при выращивании в условиях защищенного грунта [28]. При выращивании мини-клубней проводят лабораторное тестирование минимально по 250 растений каждого сорта с использованием методов ПЦР и иммуноферментного анализа.

Для питомников первого полевого поколения из мини-клубней (ПП-1) норма отбора клубневых проб для ИФА по каждому сорту составляет 200 шт. от партии. В соответствии с нормативами (ГОСТ 33996-2016) в этом случае допускается наличие положительной реакции на YBK лишь у одного из 200 анализируемых растений. Листовые пробы отбирают со среднего яруса растений при пересечении участка по диагонали в 20 точках с 10 кустов подряд.

Для сертификации семенного материала в питомниках супер-суперэлиты (ССЭ) проводится послеуборочный лабораторный контроль образцов клубней, отбираемых по каждому сорту из расчета 200 шт. с участка однородных посадок или от семенной партии супер-суперэлиты. Средние образцы клубней отбирают перед уборкой при пересечении участка по диагонали в 20 точках с 10 кустов подряд по одному типичному клубню или после уборки от семенной партии супер-суперэлиты с использованием методики отбора средних проб для клубневого анализа. Тестирование проводят методом ИФА. Наиболее достоверные результаты получают при анализе по росткам или растениям, выросшим из индексов (вырезанных с помощью специального ножа глазков с мякотью размером 2,5 см). Индексы высаживают в субстрат (торф, опилки, песок или их смесь) так, чтобы глазок находился сбоку. Сверху насыпают 1-2 см субстрата таким образом, чтобы глазок имел с ним хороший контакт. Необходимо поддерживать высокую влажность почвы в течение первых двух недель. Оптимальная температура для выращивания индексов ночью 18°С, днем – 20-25°С при достаточном освещении. При соблюдении технологии растения из индексов развиваются в течение четырех недель.

Для класса ССЭ нормативными допусками по скрытой зараженности материала вирусами являются положительные реакции на PVS, PVM и PVX в сумме у 18 клубней и на YBK – у 2 из 200 анализируемых клубней.

Для лабораторного тестирования оригинального семенного материала на скрытую зараженность возбудителями бактериозов картофеля (черная ножка, кольцевая гниль) используют листья, растения из индексов, клубни, свежесрезанные или хранившиеся в сухом месте не более трех месяцев отрезки стеблей (на уровне корневой шейки) длиной 5-10 см, которые отбирают во время уборки картофеля. Стебли или листья хорошо промывают водопроводной водой, после чего ополаскивают дистиллированной водой, подсушивают и используют для анализа. В питомниках суперэлитного и элитного картофеля листовые пробы для ИФА и ИХА отбирают в тех случаях, когда возникает необходимость лабораторной идентификации фитопатогенов. Это особенно рекомендуется, если инспектор не знаком с данным сортом и с особенностями проявления на нем симптомов заболеваний. Лабораторное тестирование листовых и клубневых проб в питомниках элитного и репродукционного семенного картофеля может проводиться также по заявке производителя с целью обеспечения контроля качества в процессе производства. В этом случае для анализа берут по одному листу с десяти растений подряд, повторяя не менее чем в десяти местах при пересечении поля по диагонали [29].

2. ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МАССОВОГО И ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ

Иммуноферментный анализ. Для лабораторного контроля фитопатогенов в семеноводстве картофеля широкое распространение получил высокотехнологичный «сэндвич-вариант» иммуноферментного анализа (DAS-ELISA), обладающий чувствительностью определения патогенов в пределах 0,1-10 нг/мл, а также высокой специфичностью и воспроизводимостью результатов анализа [30-32]. Принцип метода ИФА заключается в образовании комплекса между антигенами белков оболочки вирусов и клеточной стенки бактерий с иммобилизованными на твердой фазе и меченными фер-

ментом специфическими антивирусными и антибактериальными иммуноглобулинами (антителами) с последующим выявлением фермента-маркера в реакции с субстратом. Схема постановки иммуноферментного анализа представлена на рис. 3.

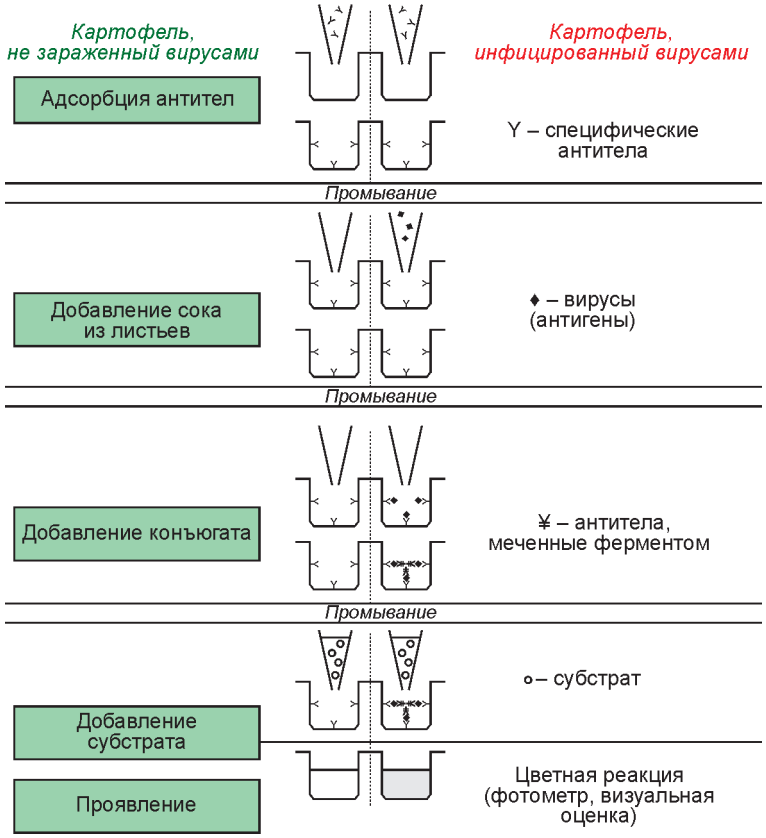

Рис. 3. Схема проведения иммуноферментного анализа («сэндвич-вариант»)

На первом этапе на поверхность лунок полистироловых планшет сорбируют специфические антитела (IgG) к вирусным и бактериальным антигенам, затем отмывают избыток антител и вносят тестируемый образец, предположительно содержащий целевые антигены ви-

русов или бактерий. После инкубации, приводящей к образованию первичных иммунных комплексов, отмывают несвязавшийся материал и добавляют в лунки конъюгат – ковалентно связанные с пероксидазой хрена антитела против вирусных или бактериальных антигенов, взаимодействие которого со свободными антигенами вирусов или бактерий приводит к образованию на стенках лунок «сэндвича» антитело-антиген-конъюгат. После тщательной отмывки несвязавшегося конъюгата проводят ферментативную реакцию с субстратом, сопровождающуюся образованием окрашенного продукта в том случае, если в образце содержатся целевые антигены. Интенсивность окраски пропорциональна содержанию тестируемого вируса в пробе и может быть выражена в единицах оптической плотности с помощью вертикального фотометра (ELISA-ридера) или визуально.

Отечественные тест-системы «сэндвич-варианта» иммуноферментного анализа (ИФА) были разработаны в 1982-1984 гг. в рамках комплексной целевой программы «Биотехнология» на основе совместных исследований Биологического факультета ФГБОУ ВО Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова), ФГБУН «Институт биоорганической химии имени академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук» (ФГБУН ИБХ РАН), ФГБУН «Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН» (ФГБУН ИНБИ РАН) и ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха» (ФГБНУ ВНИИКХ) [33].

На основе разработанных тест-систем во ФГБНУ ВНИИКХ, начиная с 1985 г., освоено коммерческое производство диагностических наборов для ИФА к 12 патогенам, поражающим картофель. В состав набора, рассчитанного на проведение 1000 определений, входят:

- покровный буфер (десятикратный концентрат карбонатного буфера, законсервированного 0,1%-ным азидом натрия, pH 9,6) – 1 флакон, 10 мл;
- промывочный буфер (порошкообразная смесь солей, pH 7,4) – 5 флаконов по 22,4 г;
- пробно-конъюгатный буфер /ПКБ/ (десятикратный концентрат фосфатно-солевого буфера, pH 7,4, законсервированного 0,01%-ным мертиолятом натрия) – 1 флакон, 20 мл;
- добавки для пробно-конъюгатного буфера /добавки ПКБ/

(сухая смесь обезжиренного молока и поливинилпирролидона Mr 44000) – 1 флакон, 5,0 г;

- субстратный буфер (жидкий пятикратный концентрат фосфатно-цитратного буфера, законсервированного 0,01%-ным мертиолятом натрия, pH 5,0) – 1 флакон, 20 мл;
- детергент (Твин-20, жидкий препарат) – 1 флакон, 7 мл;
- субстрат (о-фенилендиамин, кристаллический порошок) – 1 флакон, 40 мг;
- перекись водорода (коммерческий гидропирит в таблетках) – 2 таблетки;
- антитела (кроличьи специфические иммуноглобулины, жидкий концентрат в 50%-ном глицерине с 0,01%-ным мертиолятом натрия) – 1 флакон, 0,25 мл;
- конъюгат (кроличьи иммуноглобулины, меченные пероксидазой хрена, жидкий концентрат в 50%-ном глицерине с 0,01%-ным мертиолятом натрия) – 1 флакон, 0,25 мл;
- положительный контроль (очищенный вирус, жидкий концентрат в 50%-ном глицерине с 0,01%-ным мертиолятом натрия) – 1 флакон, 0,15 мл;
- отрицательный контроль (сок листьев здорового картофеля в 50%-ном глицерине с 0,01%-ным мертиолятом натрия) – 1 флакон, 0,35 мл;
- полистирольные 96 луночные планшеты для иммунологических реакций – 10 шт;
- инструкция по применению – 1 шт.

Иммуноферментный анализ проводят в соответствии с прилагаемой к набору инструкцией. Дополнительно необходимо иметь пресс вальцовый или ручной, автоматические пипетки на 2-20, 20-200, 200-1000 мкл, диспенсер-делютер с набором шприцов на 2,5; 5,0 и 10,0 мл, термостат на 37°С, холодильник бытовой, желательно считывающее устройство (ELISA-ридер) любой марки.

Диагностические наборы для определения вирусов и возбудителей бактериозов картофеля производства ФГБНУ ВНИИКХ являются доминирующими на отечественном рынке аналогичных иммунохимических тестов. Диагностические средства производятся в объеме, обеспечивающем ежегодно проведение порядка 300-500 тыс. определений в системе контроля качества и сертификации семенного картофеля.

Иммунохроматография на тест-полосках (ИХА). При работе с семенным материалом в полевых питомниках важная роль отводится экспресс-диагностике патогенов в целях первичной оценки качества базовых клонов и их отбора для дальнейшего размножения [34, 35].

Отечественные иммунохроматографические тест-системы для визуальной экспресс-диагностики вирусных и бактериальных инфекций картофеля на поликомпозитных мембранных тест-полосках были разработаны в 2008-2010 гг. в рамках совместных исследований ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова, ФГБУН ИНБИ РАН и ФГБНУ ВНИИКХ [36-39].

В основе иммунохроматографического метода анализа лежит взаимодействие определяемого патогена с иммобилизованными на мембране специфическими поликлональными антителами и антителами, конъюгированными с детектируемой меткой. В качестве метки используют наночастицы золота. Иммунохроматографическая тест-полоска состоит из нескольких примыкающих друг к другу мембран, наклеенных на пластиковую подложку (последовательно: мембрана для образца, мембрана для конъюгата коллоидного золота с антителами, аналитическая мембрана, мембрана для впитывания жидкости) (рис. 4).

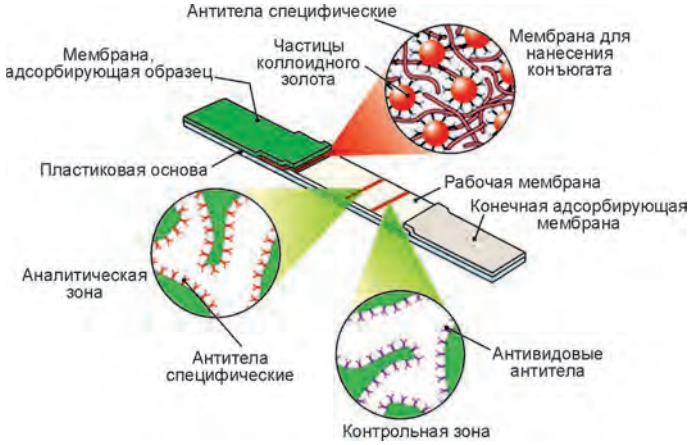

Рис. 4. Иммунохроматографический иммуностриП (тест-полоска)

При погружении тест-полоски в исследуемый растительный экстракт начинается его движение вдоль полоски под действием капиллярных сил. В присутствии патогена в образце по мере продвижения

его вдоль мембраны происходит образование иммунного комплекса вируса со специфическими антителами, меченными наночастицами золота. Достигнув аналитической зоны, иммунный комплекс связывается с иммобилизованными на мембране в виде линии специфическими антителами, при этом наблюдается появление окрашенной полосы в аналитической зоне. Избыток несвязавшихся меченых антител мигрирует далее к контрольной зоне, где образуется вторая окрашенная линия. При отсутствии патогена в исследуемом образце меченные коллоидным золотом антитела задерживаются лишь вторичными антителами в контрольной зоне, что приводит к появлению только одной окрашенной контрольной линии. Таким образом, наличие видимой окрашенной линии в контрольной зоне во всех случаях свидетельствует о правильном проведении теста (рис. 5).

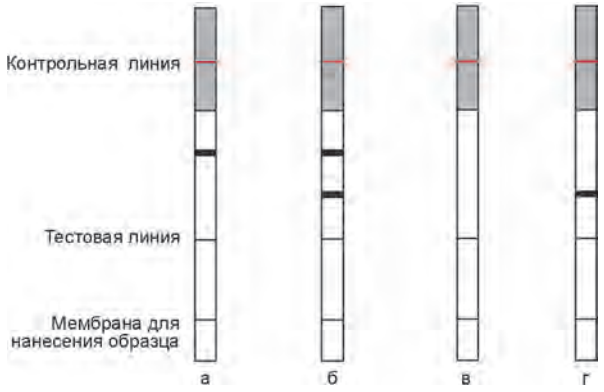

Рис. 5. Интерпретация результатов анализа:
а – отрицательный; б – положительный; в, г – ошибочные

Чувствительность определения патогенов разработанными отечественными тест-системами составляет: для вирусов ХВК, YBK и МВК – 10 нг/мл, для вирусов ВСЛК и SBK – 50 нг/мл, для бактерий *Clavibacter michiganensis* (кольцевая гниль) – 10^4 кл/мл, *Pectobacterium atroseptica* (черная ножка)– 5×10^4 кл/мл, *Dickeya dianthicola* (черная ножка) – 2×10^4 кл/мл.

Одновременно специфичность выявления патогенов составляет не менее 90%, а коэффициент вариации результатов определения не превышает 20%.

В состав тест-системы входят тест-полоски, упакованные в пакет из алюминиевой фольги с осушителем, готовые для использования; экстрагирующий буферный раствор, готовый для использования; отрицательный контроль (сок листьев здорового картофеля в 50%-ном глицерине с 0,01%-ным мертиолятом натрия), готовый для использования; сетки для растирания биопроб (10×10 см); пластиковые пакеты (12×14 см) (рис. 6).

Рис. 6. Диагностический набор для экспресс-определения патогенов картофеля на иммунохроматографических тест-полосках

Экспресс-анализ проводится в соответствии с прилагаемой инструкцией. Часть листа или ростков клубней картофеля помещают в пластиковый пакет с сеткой, добавляют экстрагирующий буферный раствор и механически растирают образец. Затем погружают тест-полоску вертикально (конец с цветной линией находится вверху) в приготовленный растительный экстракт и через 10-15 мин визуально оценивают результат (появление окрашенных линий) (рис. 7).

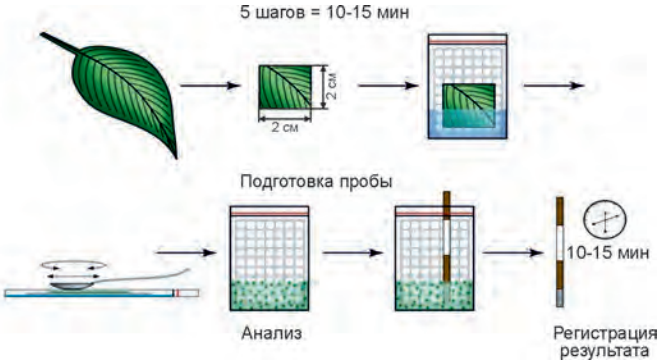

Рис. 7. Проведение иммунохроматографического экспресс-анализа

Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР-анализ) является одним из наиболее чувствительных методов обнаружения молекул нуклеиновых кислот. В ходе реакции копия молекулы нуклеиновой кислоты патогена в анализируемом препарате размножается в десятки миллионов раз. Технология проведения ПЦР-анализа достаточно сложна, требует специальных условий, оборудования и квалификации персонала. Поэтому его применение регламентировано для начальных этапов воспроизводства перед началом полевого клонирования исходного материала. Этапы проведения ПЦР-анализа: отбор проб анализируемых образцов, выделение нуклеиновых кислот, проведение реакции обратной транскрипции (синтез копий) и полимеразной цепной реакции, детекция результатов амплификации. Организация работы ПЦР-лаборатории, оборудование и материалы должны соответствовать Методическим указаниям МУ 1.3.1794-03 «Организация работы при исследованиях методом ПЦР материала, инфицированного микроорганизмами I-II групп патогенности». Оборудование и материалы: ДНК-амплификатор, детектирующий амплификатор (Real-time); центрифуга с частотой вращения ротора 13000 мин$^{-1}$; термостат твердотельный с прижимной крышкой, поддерживающий температуру 95°С; микроцентрифуга/вортекс; холодильник бытовой; пробирки пластиковые объёмом 1,5 мл; пипетки полуавтоматические одноканальные с переменным объёмом 0,5-20, 20-200 и 200-1000 мкл; наконечники одноразовые вместимостью 1-20, 1-200 и 100-1000 мкл; одноразовые наконечники с аэрозольным барьером для автоматических пипеток объемом 1-20 мкл; одноразовые перчатки резиновые; пестики-гомогенизаторы для пробирок пластиковых объёмом 1,5 мл; штативы для микропробирок на 0,2; 0,6 и 1,5 мл; холодильник с отделениями на 2-8°С и на -18…-20°С (ГОСТ 26678-85); весы лабораторные общего назначения второго класса точности с наибольшим пределом взвешивания 2000 г (ГОСТ 24104-2001); пинцеты медицинские (ГОСТ 21241-89); ножницы медицинские; скальпели хирургические (ГОСТ 21240-89); ступки фарфоровые с пестиком; насос с колбой-ловушкой/водоструйный насос.

Для проведения ПЦР-анализа необходим комплект реагентов для выделения нуклеиновых кислот из растительного материала, напри-

мер, «ПРОБА-НК» (ООО «НПО ДНК-Технология»), включающий в себя лизирующий раствор, реагент для преципитации НК (изопропанол), промывочный раствор № 1 (70%-ный этанол), промывочный раствор № 2 (ацетон), буфер для растворения НК (буфер ТЕ).

Для постановки реакции необходимы амплификационная смесь, включающая в себя ПЦР-буфер, дезоксирибонуклеотидтрифосфаты, праймеры, внутренний контроль; раствор Taq-полимеразы. В последние годы широкое распространение получает ПЦР в реальном времени, имеющий ряд преимуществ по сравнению с классической модификацией метода ПЦР (рис. 8).

Рис. 8. Преимущества ПЦР в реальном времени (RT-PCR)

Отечественные разработки в области научного приборостроения и создания систем молекулярной диагностики возбудителей заболеваний картофеля являются конкурентоспособными в мире. Большой задел научно-технологических результатов и компетенций в области картофелеводства в институтах России позволяет разрабатывать и внедрять в практику новые продукты (методы маркерной селекция картофеля, новые сорта, диагностические системы, средства защиты растений) на основе новейших научных подходов.

3. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ

3.1. Технологии выращивания семенного картофеля

В аграрном секторе широкое применение получают роботизированные беспилотные комплексы для выполнения всех технологических операций: обработки почвы, посадки и посева, внесения защитно-стимулирующих средств, уборки, хранения, товарной подготовки. Приоритетными направлениями становятся разработка природоподобных технологий выращивания сырья с заданными технологическими параметрами и получение высококачественной пищевой продукции с полезными для здорового питания свойствами.

Прогноз развития картофелеводства показывает, что постепенно оно укрупняется, увеличиваются площади механизированного возделывания картофеля как в отдельных хозяйствах, так и в целом по стране [40]. В Российской Федерации используется ряд технологий, которые в первую очередь отличаются шириной междурядий: 70, 75 и 90 см и на грядах (в две строчки (110+30), (120+30) или (105+75) см и в одну строчку с междурядьями 140, 150, 180 см. Учёные ФГБНУ ВНИИКХ провели широкие сравнительные исследования этих технологий на разных типах почв: на легких по механическому составу, тяжелых и систематически переувлажняющихся, с недостатком влаги [41, 42].

Анализ результатов исследований показал следущее:

► для супесчаных и легкосуглинистых почв эффективна интенсивная технология с использованием пассивных рабочих органов при традиционной ширине междурядий 70 см [43, 44]. Основные её достоинства: невысокая себестоимость производства, низкие энерго- и ресурсоемкость, высокая производительность, простота, полная обеспеченность, кроме комбайна, недорогими техническими средствами отечественного производства;

► на суглинистых почвах хорошие результаты по продуктивности и параметрам комбайновой уборки показывают западно-европейские

технологии возделывания картофеля с шириной междурядий 75 см. По сравнению с традиционными технологиями они обеспечивают существенное повышение продуктивности, снижение в 1,5-2 раза засоренности вороха и степени повреждения клубней [43, 45-47];

► на высокоплодородных почвах имеет преимущества «широкорядная» технология возделывания картофеля с шириной междурядий 90 см при использовании для уровня урожайности более 25 т/га [47, 48]. Она позволяет создавать гребни, сохраняемые в течение всего сезона, размерами, оптимальными для формирования гнезда с большим количеством крупных клубней. Потенциальные возможности гребня в этой технологии – свыше 40 т/га [46, 47, 49]. По многолетним данным, увеличение ширины междурядий с 70 до 90 см даёт прирост урожайности картофеля на 10-15%. На супесчаных почвах эта технология включает в себя машины с пассивными рабочими органами для обработки почвы и ухода за посадками, на суглинистых – с активными рабочими органами. Отмечено снижение повреждения посадок фитофторозом благодаря лучшей продуваемости [50, 51] и на 25% – расхода топлива на единицу продукции; более эффективно использование новых энергонасыщенных тракторов [52-54];

► в условиях повышенного или недостаточного увлажнения почв, а также при больших перепадах температур имеет преимущества грядовая технология возделывания картофеля с шириной междурядий 140, 150, 180 см, особенностью которой является большая инерционность температурно-влажностных процессов по сравнению с гребневой.

Основные преимущества данной технологии: в значительной степени учитываются биологические особенности растений картофеля; создается большой объем гряды для свободного формирования клубневого гнезда; поддерживается оптимальный режим влажности; практически не наблюдается задыхания клубней; формируется более мощная наземная часть растений; увеличиваются число клубней в гнезде, их масса и товарность (более 30 г) на 5-6%, выход клубней крупной фракции: более 100 г – на 15-20%, более 200 г – на 12%; исключается повреждение клубневого гнезда колесами тракторов; отмечается лучшая продуваемость посадок благодаря чему рас-

тения позднее поражаются фитофторозом; удлиняется период ухода за растениями и значительно снижается засоренность посадок; более эффективно используются минеральные удобрения, возможно исключение гербицидов при уходе и минимальное применение пестицидов (количество ядохимикатов на 1 га посадок картофеля по сравнению с технологиями возделывания с шириной междурядий 90 и 75 см может быть уменьшено в 3 раза); повышается урожайность по сравнению с гребневой посадкой на 10-26% [55], а на один куст – в 1,5-1,9 раз; увеличивается производительность полевых машин на 25-28%, что немаловажно для зон с коротким периодом вегетации; уменьшаются площади эффективного сечения клубневого пласта при уборке на 20%; энергозатраты снижаются на 10%.

Достоинствами грядовой технологии являются также ее адаптивность к существующему шлейфу машин и высокий коэффициент размножения клубней. Для возделывания картофеля на грядах можно переоборудовать машины, предназначенные для реализации технологий с шириной междурядий 70 см [56]. Имеется возможность приобретения полностью переоборудованных комплектов, в том числе укомплектованных специальными сажалками. Производственные испытания грядовой и грядово-ленточной технологий возделывания картофеля продемонстрировали их пригодность на разных типах почв: суглинистых, легкосуглинистых и супесчаных. Эти технологии более устойчивы к неблагоприятным воздействиям окружающей среды. Высокую эффективность они показывают при выращивании крупных клубней, например, для производства картофеля фри, «крошки-картошки» [26, 49, 57-59]. Существенно снижаются затраты посадочного материала и труда на единицу продукции, а также себестоимость продукции на 20-25%.

Преимущества грядовой технологии определяются и сочетанием комплекта машин с шириной захвата 4,2 м с наиболее распространенными тракторами класса 14 кН, что дает наибольшую производительность по сравнению с другими. Технология позволяет снизить объемы пестицидов, используемых на посадках. Таким образом, открываются возможности создания экологически безопасных и альтернативных технологий с получением экологически чистой продукции [48, 60-66].

Раскрытие потенциала каждой технологии в значительной мере зависит от грамотности агронома, технической оснащенности хозяйства, возможности и желания применить общие принципы технологии в конкретных условиях [46, 67]. Научные исследования и практика показывают, что эффективность различных способов и схем основной, предпосадочной и междурядной обработок почвы под картофель может меняться при определенном сочетании факторов внешней среды. Изменение механического состава почвы, погодных условий, характера засоренности, сортового состава требуют соответствующих корректив технологии возделывания картофеля в разные годы даже в одном и том же хозяйстве.

Только дифференцированный подход к рекомендуемым технологиям, технологическим и агротехническим приемам с учетом разнообразия почвенно-климатических и организационно-экономических условий региона и конкретного хозяйства позволит получить конкурентную продукцию.

Наиболее распространенными и технологически оснащенными являются посадки с междурядьями 70 см. Для них применяют сажалки КСМ-4, СН-4Б, «Крот» Л-201 и Л-202. Для междурядий 75 см фирмы «Евротехника» (г. Самара) и «Колнаг» (г. Коломна) выпускают полный комплект машин для возделывания и уборки картофеля. Комплект машин для технологии возделывания с междурядьями 90 см разработан при реализации «Российско-Белорусской программы сотрудничества по картофелеводству». Для возделывания картофеля на грядах можно своими силами переоборудовать машины, предназначенные для междурядий 75 см. Для выращивания картофеля во многих ведущих странах выпускаются комплексы машин [68-71]. Например, в Германии получили распространение технологии возделывания с междурядьями от 75 до 90 см на гребнях.

Проведенные исследования подтверждают, что технология возделывания картофеля должна быть гибкой как в выборе комплекса машин, так и проведении конкретных технологических операций в зависимости от почвенно-климатических условий, исходного состояния, ресурсных возможностей, целей и задач [14, 46, 53].

3.2. Система удобрения картофеля

По данным агрохимического обследования, в Российской Федерации каждый третий гектар пашни характеризуется повышенной кислотностью, 25% – низким содержанием фосфора и гумуса. Без применения оптимальных доз известковых, минеральных и органических удобрений невозможно решить проблему снабжения населения страны собственными продуктами питания [72].

Оптимальные параметры дерново-подзолистых почв для получения урожая на уровне 20-25 т/га: содержание гумуса – не менее 2%, P_2O_5 – 15-20 мг, K_2O – не менее 10-15 мг/100 г почвы, pH – не менее 4,5. Для получения планируемого урожая на уровне 30-35 т/га показатели должны быть более высокими: содержание гумуса – 2,5-3,0%, P_2O_5 – не менее 25-35 мг, K_2O – не менее 25-30 мг/100 г почвы, pH – 5,0-6,0 [73, 74].

Наиболее интенсивное усвоение элементов питания растениями происходит в период усиленного роста ботвы – в фазе бутонизации. Ко времени цветения потребляется до 50% азота, 40 – фосфора и 80% – калия от максимального содержания их в растениях. Удобрения необходимо вносить при посадке картофеля или междурядных обработках, а подкормку – проводить до наступления бутонизации картофеля. Хорошая обеспеченность азотом на ранних этапах развития способствует быстрому формированию фотосинтетического аппарата, увеличению выхода клубней. В богарных условиях доза азота на легких дерново-подзолистых почвах не должна превышать 120 кг/га д.в., на суглинистых – 90-100, на выщелоченных черноземах и серых лесных – 90, на старопахотных торфяных – 30-60, на вновь осваиваемых торфяных почвах – 60-90 кг/га [75].

3.3. Ресурсосберегающие, высокоточные технологии возделывания

Ресурсосберегающие технологии – основа конкурентоспособности картофелеводства России. Идет бурная экспансия западноевропейских технологий, как правило, устаревших поколений. Эти технологии помогают получить более высокий урожай картофеля, но применение огромного количества пестицидов приводит к катастрофическим последствиям: производству продукции, насыщенной хи-

мическими остатками, и уничтожению естественного плодородия почвы.

В основе отечественной концепции развития ресурсосбережения при производстве картофеля лежат: использование естественных природных температурно-влажностных обработок почвы; увеличение ширины междурядий и захвата орудий; снижение расхода семян благодаря более рациональным схемам посадки с учетом целевого назначения картофеля; механизированная уборка урожая; развитие органических технологий (снижение расхода минеральных удобрений и химических средств защиты путём локализации и дробно-дифференцированного внесения, преимущественное использование зеленых удобрений, биогумуса, органоминеральных удобрений (ОМУ) и биопрепаратов, влагоудерживающих гидрогелей, внедрение координатно-чувствительного земледелия) [76-84].

Дифференцированное воздействие на систему «почва+растение+окружающая среда» на основе информации о данном объекте называется «точным земледелием», основной целью которого является управление продукционным процессом через управляющие воздействия на основе полученной информации. Объектами воздействия при управлении продукционным процессом могут быть растения, почва, сорная растительность, вредители растений и др. В качестве управляющих могут выступать физические, химические, биологические и иные воздействия [85-88].

Разработаны различные сенсорные системы, которые широко используются в сельскохозяйственном производстве для управления продукционным процессом. Для успешной реализации технологий точного земледелия необходима достоверная информация о состоянии почвы, растений, окружающей среды и их изменчивости как в пространстве (в пределах одного поля), так и во времени. Сенсорные системы для определения плотности биомассы, обнаружения и определения типа сорняков, состояния и болезней растения, оценки состояния почвы и наличия в ней питательных элементов являются перспективными для использования в точном земледелии [89].

Координатное (точное) земледелие (в соответствии с ГОСТ Р 56084-2014 Глобальная навигационная спутниковая система. Система навигационно-информационного обеспечения коорди-

натного земледелия. Термины и определения) – совокупность технических средств, программно-аппаратных комплексов, навигационных, геоинформационных и телекоммуникационных технологий, позволяющих снимать, обрабатывать и применять информацию, привязанную к координатам с целью оптимизации агротехнологических решений производства продукции растениеводства. Координатное земледелие часто называют «точным земледелием», а также «топоориентированным земледелием», «земледелием по предписанию», «точным сельским хозяйством» (*Precision Agroculture*) или «точным хозяйствованием» (*Precision Farming*), иногда «аккуратным сельским хозяйством» и др. Главное отличие от традиционной концепции в том, что координатное земледелие привязано к конкретным навигационным координатам, рассматривая при этом как единицу учета не всё поле в целом, а каждый его отдельный (сопоставимый с точностью глобального позиционирования) участок со значениями его рельефа, плодородия, растительного состава и других признаков. На основании собранных и обработанных данных оно подразумевает применение на каждом из этих участков строго определенных и обоснованных агротехнологических приемов выращивания конкретных сельскохозяйственных культур.

Основные задачи и направления работ в этой области:

- автоматизация процессов управления техникой (параллельное вождение и автопилотирование) на базе системы навигации при проведении технологических операций, обеспечивающая точность посева, выравненность рядков картофельных гребней и др.;
- составление почвенных карт хозяйств с использованием автоматических пробоотборников, контроль над изменениями состояния полей и посевов на различных участках, что позволяет определить последовательность их обработки;
- внесение строго определенного количества удобрений и семенных клубней на различные участки одного и того же поля в зависимости от состояния почвы и посевов;
- автоматический мониторинг урожайности и составление карт урожайности, а в перспективе – карт рентабельности полей, мониторинг и контроль над использованием дорогостоящей техники (GPS/ГЛОНАСС);

► накопление и хранение данных в электронном виде, что позволяет отслеживать динамику процессов в наглядной и удобной для работы форме;

► многофакторный анализ и визуализация собранных данных, в том числе за несколько лет;

► информационная поддержка принятия решений и контроль над их исполнением [90-93].

Немецкая компания «Amazone-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG» обобщает все свои понятия и технологические решения, связанные с электроникой, ключевым словом «IT-Farming» (хозяйствование на основе информационных технологий). Ядром концепции являются бортовые компьютеры «AMATRON +» и «AMATRON 3» как универсальные обслуживающие терминалы, служащие для оптимизации обслуживания, управления количеством, контроля и хранения данных при использовании сеялок, опрыскивателей и разбрасывателей удобрения компании «Amazone». Используя строго определенные и открытые интерфейсы, бортовой компьютер «AMATRON» позволяет обмениваться данными с другими технологиями «IT-Farming». В процессе работы микропроцессор, установленный на тракторе, контролирует и регулирует не только параметры двигателя и удельный расход топлива, но и технологические параметры агрегата, такие как контроль уже обработанных участков, фактическая рабочая скорость, объем выполненных работ.

Известная английская фирма «KRM» предложила кардинальное решение в области координатного земледелия – оценивать содержание азота, фосфора и калия в почве путем анализа фотоснимков полей, полученных в инфракрасных лучах на специальной пленке методами аэро- или космической съемки с построением картограммы поля, а привязку координат агрегата осуществлять с помощью систем GPS [94].

Создание информационных технологий и систем глобального позиционирования для развития точного (прецизионного) земледелия позволит России конкурировать на должном уровне с зарубежными государствами [76, 92]. Особое значение следует придать высокоточной российской системе глобального позиционирования ГЛОНАСС. В процессе наблюдения за растениями с помощью кос-

мических изображений и спектрального их анализа проводится построение карт развития растений. В зависимости от биологической потребности растений и возможностей данной учетной единицы поля вносится дифференцированная, строго нормированная доза удобрения (пестицида), влаги и только на тех участках поля, где это необходимо. Это приводит к экономии агрохимикатов и устраняет опасность загрязнения окружающей среды [95, 96]. В результате исследований определено влияние технологических приемов: ширины междурядий, прямолинейности и густоты посадки, локального способа дробного внесения минеральных и биоорганических удобрений, пестицидов на урожайность, качество и выход товарных клубней в зависимости от уровня плодородия почвы [92, 97]. Для создания новых высокоточных технологий необходимо решить ряд задач земледелия: чувствительность урожайности и качества картофеля к воздействию агрохимикатов в зависимости от конкретных параметров окружающей среды и плодородия почвы, управление эффективностью почвенного плодородия и качеством сельскохозяйственной продукции [98, 99].

В ФГБНУ ВНИИКХ накоплен опыт исследований по оптическому распознаванию качества растениеводческой продукции. Используются отраженное и фотолюминесцентное излучения объектов в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях оптического спектра [100]. Совместно с фирмой «АгроДрон» (г. Воронеж) проводится изучение возможностей БПЛА для оптического распознавания сортов, динамики роста картофеля и состояния растений [101-103].

3.4. Подготовка почвы

Предпосадочная подготовка почвы под картофель должна обеспечивать благоприятные тепловой и воздушный режимы для развития растений, сохранение влаги в корнеобитаемом слое в условиях недостаточного увлажнения, не допуская переувлажнения при избыточном выпадении осадков. К основным задачам обработки относятся также улучшение плодородия почвы и её агрофизических свойств, очищение пахотного слоя от сорняков, вредителей и возбудителей болезней, равномерное распределение в нем пожнивных остатков, органических и минеральных удобрений, создание однородной мелкокомковатой структуры почвы [62, 104].

Способы обработки почвы выбираются с учетом чередования культур в севообороте, механического состава и физического состояния почвы, погодных условий, видов и степени распространенности сорняков. При размещении картофеля после одно- и многолетних трав, зерновых и зернобобовых культур начинают с лущения стерни сразу после уборки. Глубина лущения зависит от вида сорняков. При засорённости однолетними сорняками (марь белая, ширица, шетинник сизый и др.) послеуборочное лущение выполняют дисковыми лущильниками (ЛДГ-5А, ЛГД-10А, ЛГД-15А) на глубину 6-8 см, при корневищном типе засорённости (пырей ползучий и др.) – на глубину 8-10 см в двух направлениях. На почвах, засоренных корнеотпрысковыми сорняками (бодяк полевой, осоты и др.) эффективнее применение лемешных лущильников (ППЛ-5-25, ППЛ-10-25) на глубину 12-14 см. Через одну-две недели после дискования (лущения) по мере появления проростков сорняков и для заделки удобрений проводят вспашку зяби плугами ПО, Ibis, Vis фирмы «UNIA» (Польша) и ПЛН-4-35, ПЛН-5-35, ПНЛ-8-40 «Lemken» (Германия) на глубину 27-30 см, а при незначительном гумусовом слое почвы – на полную глубину пахотного горизонта [105, 106].

Предпосадочную подготовку начинают только при физической спелости почвы. Легкие почвы ранней весной боронуют в два следа на глубину 5-7 см. На средне- и тяжёлосуглинистых почвах лучшие результаты обеспечивает сплошное фрезерование зяби вертикально-фрезерными культиваторами типов КВФ-2,8, КВФ-4,0, КВС-3,0, Zirkon 7/300 фирмы «Lemken» (Германия) на глубину 12-15 см. При этом одновременно выполняются фрезерование, планировка и прикатывание почвы. При фрезеровании подбирают соотношение частоты вращения роторов и поступательную скорость агрегата так, чтобы основная масса почвы состояла из комочков размером не более 15-25 мм. При необходимости перед фрезерованием проводят рыхление подпахотной подошвы на глубину 30-40 см чизельными плугами ПЧ-2,5, ПЧ-4,5, культиваторами КЧ-5,1.

Использование активных рабочих органов на подготовке суглинистой почвы позволяет создать лучшие условия для роста и развития растений. При активной обработке улучшается агрегатный состав почвы, что повышает урожайность на 7-8% и значительно

снижает примеси почвы при комбайновой уборке. При отсутствии этих орудий и на лёгких почвах весной применяют безотвальную перепашку на глубину 16-18 см плугами типов ПЛН-5-35, ПЛН-4-35 в агрегате с гусеничными тракторами при обязательном одновременном бороновании. Наилучшее качество вспашки достигается при использовании оборотных плугов типа ПНО-3-35. На суглинистых почвах дополнительно проводят дискование с одновременным боронованием [107].

Картофель сажают по ровной пашне по маркеру или в предварительно нарезанные гребни, что позволяет повысить на 10-15% производительность посадочных агрегатов, исключить предпосадочную культивацию (на лёгких почвах) и ускорить на два-пять дней начало посадки, обеспечить групповую работу сажалок, более точно выдержать глубину посадки, внести локально минеральные удобрения [56, 107]. Минеральные удобрения можно вносить и одновременно с посадкой, например, сажалкой КСМ-4. Гребни нарезают культиваторами КОН-2,8А, АК-2,8, КРН-4,2Г, КНО-2,8, КНО-4,2. Разработаны также специальные удобрители-гребнеобразователи УГК-2,8, УГК-4,2, УГН-4К, КР-12. Эффективна нарезка с одновременным рыхлением почвы на глубину 25-27 см под будущим гребнем.

При обработке почвы под картофель применяют разнообразные способы и приемы: вспашку плугом с предплужником с углублением пахотного горизонта с одновременным кротованием; глубокое безотвальное рыхление плугами без отвалов и плугами с вырезными корпусами; глубокое рыхление почвы культиваторами и плоскорезами др.

Недостаток влаги в засушливые годы является важной проблемой при возделывании картофеля [79-82]. Для поддержания оптимальной влажности в течение вегетации достаточно провести два-четыре полива с общей оросительной нормой 500-1000 м^3/га, распределив по фазам роста следующим образом: до бутонизации один-два полива и в период бутонизация-цветение один-два полива. На орошаемых землях необходимо создать глубокий рыхлый слой почвы. Приемом, улучшающим водный режим, является углубление пахотного слоя с его одновременным окультуриванием и активизацией влаги в слое почвы 50-100 см, что может быть достигнуто улучшением физико-

химических и физических свойств этого слоя, т.е. снижением объемного веса до 1,2-1,3 г/см^3, увеличением порозности до 50-55%.

Для качественной и количественной оценки физико-механических и агротехнических свойств почвы как одного из важных факторов управления продукционным процессом применяют системы «Механическое зрение». Деформация почвы и структурные изменения, величина уплотнения, содержание органического вещества, водоудерживающая способность – это те факторы, которые могут быть оценены качественно и количественно с помощью систем МЗ. Полученная при этом информация может использоваться при выработке решений по управлению этими факторами. Для этого применяются многоканальные изображения [92], позволяющие одновременно оценивать органическое вещество, минералогический состав и другие параметры.

Мониторинг неровностей почвы с использованием кинетического 3D сенсора (Kinect sensor) позволяет существенно улучшить качество выполнения операции почвообработки. Получаемая с помощью сенсора информация передается на управляемые рабочие органы (рис. 9).

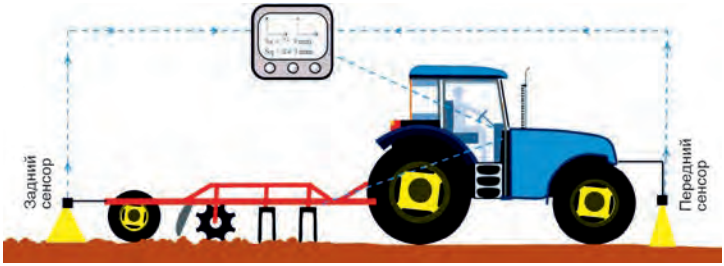

Рис. 9. Схема расположения сенсоров на почвообрабатывающем агрегате

При размещении сенсора впереди трактора получаемая информация о состоянии почвы используется для управления трактором и рабочими органами, включая скорость трактора, частоту вращения рабочих органов фрезы, глубину почвообработки, угол наклона культиваторных лап, дисков и др. При размещении сенсора в конце агрегата оценивается качество выполненной операции в реальном

масштабе времени и «мгновенно» изменяются рабочие параметры до уровня, необходимого для получения требуемого качества. Такой подход стал возможен благодаря недавно введенному коммуникационному протоколу ISOBUS (ISO 11783-9: 2012), позволяющему быстро и просто передавать данные между трактором и сельскохозяйственной машиной. Это помогает оптимизировать такие параметры, как скорость движения, положение рабочих органов, частота вращения вала отбора мощности и др. В случае предпосевной обработки почвы система обеспечивает необходимый фракционный состав с учетом физико-механических свойств почвы, сокращает время путём увеличения скорости обработки до уровня, при котором не нарушается качество выполнения технологического процесса, что приводит к экономии горючего и снижению износа рабочих органов.

3.5. Электронные карты полей

Одним из элементов точного земледелия является составление многослойных электронных карт полей (МЭК), в которые, кроме слоя, отображающего с заданной точностью границы полей, дорожную сеть и населенные пункты, вносят всю информацию о рельефе, состоянии почвы на том или ином участке, внесении удобрений и средств защиты растений, севообороте, урожайности и влажности зерна по годам и др. Электронные карты бывают растровые (цифровое изображение, получаемое путем сканирования бумажной карты) и векторные (база данных с информацией об объектах карты). Преимущество электронной векторной карты полей над «бумажной» заключается в том, что каждый объект электронной карты полностью автономен. Он может редактироваться отдельно от других объектов и к каждому из них может быть привязан широкий ряд характеристик. Структурированная таким образом информация (в специальном программном обеспечении) является основой для создания современной системы управления сельским хозяйством. Электронная карта угодий обычно создаётся в хозяйстве один раз. С течением времени, по мере добавления новых данных в базу, она актуализируется и насыщается информацией. После получения электронной карты поля можно проводить агрохимическое обследование полей и вносить дополнительную информацию (карты содержания основ-

ных элементов N, P, K, Ca, Mg, S, Ph, гумус) о поле в существующую базу данных.

Имеются три основных метода сбора исходных данных для создания этих карт:

- обмер полей с помощью высокоточного GPS-приемника в полевых условиях (более точный и корректный метод);
- обработка космического изображения высокого разрешения (менее точный, но часто более оперативный и дешевый метод);
- комбинированный метод (электронная карта, созданная по космическим снимкам, редактируется с выездом в поле с помощью высокоточного GPS-приемника).

Традиционный метод агрономической оценки качества поля – построение картограммы почвенных свойств. Производится отбор небольшого количества проб почвы с разных участков поля или отбор одного смешанного образца с определенной площади. Для выявления оптимального места расположения точек отбора проб используют данные аэрокосмической съемки или имеющиеся картографические материалы [108, 109]. Для взятия образцов почв пользуются автоматическими почвенными пробоотборниками, которые устанавливают на тракторы, автомобили, четырехколесные мотоциклы, мини-тракторы и др. Кроме пробоотборника, транспортное средство оснащается ГНСС-приемником и мобильным компьютером, что позволяет непосредственно в поле фиксировать на электронной карте координаты точек взятия проб для возможности восстановления маршрута обследования в следующий раз. Затем в агрохимической лаборатории проводится качественный и количественный анализ проб, определяющий содержание гумуса, уровень кислотности, буферность, количество основных элементов минерального питания растений (азот, фосфор, калий, железо, кальций, магний), микроэлементов (цинк, бор марганец, медь, сера и др.) и ряд других показателей. На основании этого выдаются рекомендации по системе минерального питания растений или ее корректировке, которые могут содержать советы по основному (почвенному) и некорневому (листовому) питанию растений.

Электронная карта – это средство инвентаризации земель, определяющее ресурсный потенциал земель хозяйств, а также позволя-

ющее точно рассчитать нормы расхода ГСМ, внесения удобрений и средств защиты растений (СЗР) в зависимости от площади. При составлении карт качества почв отдельных полей можно ввести дифференциальное внесение СЗР и удобрений в различных частях поля, что позволяет значительно сэкономить на внесении удобрений и СЗР и не перенасыщать почву. Карта полей дает возможность вести паспорта полей и севооборот хозяйства, подсчитать нужное количество семенного материала, осуществлять мониторинг техники и определять не только расход топлива, но и эффективное использование рабочего времени и др.

Электронная карта предоставляет возможность вести базу данных за неограниченный промежуток времени и по нескольким показателям, а также позволяет:

- вести учет и контроль всех сельскохозяйственных операций и паспортных данных о сельхозугодиях с учетом привязки к году урожая;
- проводить анализ условий, влияющих на рост растительности на данном поле, последствий при различных неблагоприятных погодных условиях и других показателей посредством беспилотной авиации (площади полеглости посевов, вымерзших участков посевов, стадии созревания, засоренность полей);
- просматривать и анализировать тематические карты агрохимического мониторинга полей, возделываемых культур, вносимых удобрений, урожайности, экономической эффективности культуры и др.;
- формировать статистические справки и отчеты;
- оптимизировать производство с целью получения максимального дохода, а также рационального использования ресурсов в производстве [110].

3.6. Посадка картофеля

Посадка и уборка картофеля являются основными операциями в технологии его возделывания [63, 99, 111]. Начинают посадку в оптимально зональные сроки и проводят в течение восьми-десяти дней (не более), когда почва на глубине 6-7 см прогревается на 7-8°С и при обработке хорошо разделывается с образованием мелкоком-

коватой структуры во всем пахотном горизонте. Глубина посадки на суглинистых почвах составляет 6-8 см, на супесчаных – 8-10 см, считая от верхней точки клубня до вершины гребня ±2 см. В районах с сухим и жарким климатом возможна посадка на глубину до 12-14 см. Гребни после прохода сажалки должны иметь овальную форму, быть прямолинейными. При посадке должна быть обеспечена равномерность раскладки клубней не ниже 60%. Средняя линия вершин гребней должна находиться над строчкой высаженных клубней с допустимым отклонением не более 2 см, столкновения основных междурядий – не превышать 6 см, стыковых – 10 см [112]. При посадке пророщенными клубнями обломанных и поврежденных ростков должно быть не более 25% их общего количества на клубнях, включая погрузочно-разгрузочные операции при доставке клубней к сажалке и ее загрузке [113]. Для получения качественной посадки семенной материал должен быть откалиброван. Посадка клубней без сортировки приводит к неравномерному размещению растений на поле и пестроте всходов [114]. Применяются картофелесажалки в двух-, четырех-, шести- и восьмирядном исполнении. Для посадки на площади более 2-8 га используются автоматические посадочные машины высокой производительности. Техническая характеристика прицепных картофелесажалок фирмы «Grimme» (Германия) приведена в табл. 3.

Таблица 3

Картофелепосадочные машины фирмы «Grimme»

Марка	Число рядков	Ширина междурядья, см	Вместимость бункера, кг	Масса, кг	Габаритные размеры, мм
GL 32 E	2	75-90	500	460	1500×2145×1800
GL 32 F	2	75-90	750	900	1810×1790×1800
GL 32 B	2	75-90	1000	1100	2450×2250×1900
GL 410	4	75-90	1000	1050	1630-3200×3220-3820×1830
GB 430	4	75-90	3000	3200	5250-5600×3305-3905×2200

Сажалки мод. GL 34 T (рис. 10) выпускаются в двух-, трех-, четырех-, шести- и восьмирядном исполнении.

Рис. 10. Прицепная четырехрядная картофелесажалка мод. GL 34 T

Картофелесажалки фирмы «Cramer» (Германия) обеспечивают высокую производительность и минимальный травматизм посадочного материала (менее 2%), точность посадки по глубине, минимальный разброс по ширине рядка, минимальное число пропусков и двойных посадок, особенно несортированного картофеля.

Автоматическая картофелесажалка PPA (фирма «IMAC», Италия) состоит из бункера с регулируемой подачей клубней на транспортеры, на которых установлены два ряда ложек, а с обратной стороны – встряхиватели с возможностью регулировки. С помощью коробки передач на сажалке картофеля можно выставить любое из 12 возможных расстояний между семенами в ряду. Выпускаются навесная и прицепная версии картофелесажалки с опускающимся бункером с гидравлическим приводом.

Полуавтоматические картофелесажалки PPS предназначены для посадки пророщенных или обычных семян картофеля как целыми клубнями, так и разрезанными. Высаживающий аппарат револьверного типа состоит из барабана с ячейками, в которые семена вручную подаются оператором, и сошника для открытия борозды. Каждый ряд обслуживает один оператор (рис. 11).

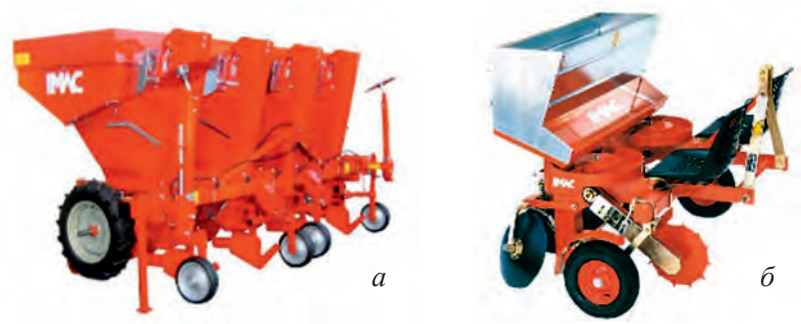

Рис. 11. Типы сажалок фирмы «IMAC» (Италия):
а – автоматическая PPA; б – полуавтоматическая PPS

Рис. 12. Сажалка Miniknollenplanter (фирма «WiFO», Нидерланды)

Фирма «WIFO» (Нидерланды) выпускает новые типы сажалок Miniknollenplanter для высаживания широкого спектра клубнеобразных культур, в том числе и для мини-клубней с автоматизированной подачей посадочного материала Koningsplanter-WiFO- Anema BV (рис. 12). Высаживающий аппарат имеет виброплиту и ременной подающий механизм. Выпускаются модели для посадки двух, четырех, шести и восьми рядков для междурядий 75 и 90 см, оборудованные системой автоматизации с контроллером MüllerUni-Control. Также распространены сажалки фирмы «Miedema» (Нидерланды), рядностью от 2 до 8 для пророщенного и резаного посадочного материала. Над высаживающими ложками картофелесажалки по всей ширине расположена подвижная решетка. Большой верхний ролик снабжен смотровым люком. Оптический контроль пропусков гарантирует оптимальную точность посадки.

В Канаде для промышленного семеноводства применяются картофелесажалки Lockwood с вакуумной системой Air Cup фирмы

«CanAgro» для грядовой посадки пророщенных и непророщенных клубней картофеля с одновременным внесением минеральных удобрений. Выпускаются четырех-, шести- и восьмирядные сажалки мод. 604, 606 и 608 для междурядий 81,2-101,6 см. Рабочий орган для забора клубней – вакуумное колесо с присосками из нержавеющей стали. Электронный датчик уровня в заборной камере повышает производительность вакуумного колеса.

В США для посадки оригинальных семян используют одно- и двурядные сажалки карусельного типа Assisted-Feed Planters с ручной или автоматизированной подачей клубней (рис. 13).

Рис. 13. Сажалка Assisted-Feed Planters (США)

Прицепные и навесные картофелесажалки мод. UN 3000 и UN 3200 (фирма «Kverneland», Норвегия) имеют минимальную высоту загрузки посадочного материала 0,75-1,4 м. Оснащены бункерами для минеральных удобрений вместимостью 450 и 1200 кг соответственно. Для крупных сельхозпроизводителей предназначена четырехрядная картофелесажалка UN3100 двух видов: с фиксированным бункером (для загрузки клубней из мешков или ящиков) и гидравлически управляемым (для загрузки навалом). Сажалка сконструирована так, что ее колеса следуют за поворотами трактора и на глубину посадки картофеля практически не влияют количество клубней в бункере и масса сажалки. Грузовместимость четырехрядной прицепной сажалки с гидравлическим бункером UN 3200-2500 кг, производительность – 10 га за один рабочий день. Шестирядная прицепная сажалка UN 3300 высаживает 3,2-3,8 га/ч (междурядья 90 см) при скорости 6-8 км/ч. Сажалки серии UN 3700 (рис. 14) управляются и контролируются гидравлической и электронной системами, что позволяет регулировать интервал посадки клубней из кабины трактора и определять объем удобрений в бункере во время посадки.

Рис. 14. Картофелесажалка UN 3700 (Норвегия)

Для выпуска комплекта современных машин с целью производства картофеля и овощей по интенсивным технологиям в крупных сельхозпредприятиях и фермерских хозяйствах конструкторским бюро машиностроения с российской стороны и фирмами «Agrico» и «Netagco» (Нидерланды) в 1995 г. создано совместное предприятие ЗАО «Колнаг» (Московская обл., г. Коломна), выпускающее картофелесажалки CP42 4*75 (рис. 15) и AVR CR 450M. На базе сажалки Л-202 (ОАО «Лидсельмаш», Беларусь) в ФГБНУ ВНИИКХ изготовлена многофункциональная машина, позволяющая высаживать клубни в ручном, полуавтоматическом и автоматическом режимах (рис. 16).

*Рис. 15. Картофелесажалка Miedema CP42 4*75*

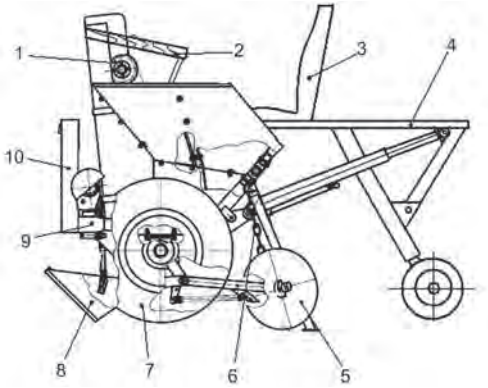

Рис. 16. Принципиальная схема картофелесажалки Л-202М:
1 – высаживающий аппарат; 2 – платформа; 3 – сиденье; 4 – площадка; 5 – загортач; 6 – ограничитель; 7 – опорно-приводное колесо; 8 – сошник; 9 – рама; 10 – сцепка

Картофелесажалка Л-207 предназначена для рядковой посадки непророщенных клубней картофеля на почвах всех типов. Агрегатируется с тракторами тягового класса 1,4. Оборудована туковысевающим аппаратом. Загрузка картофелем производится из любых самосвальных транспортных средств (рис. 17).

Рис. 17. Картофелесажалка Л-207

Картофелесажалка клоновая КСМ-2/4 двух- и четырехрядная предназначена для гладкой и гребневой посадки клонов, пророщенного и непророщенного посадочного картофеля по гладкой пашне или в предварительно нарезанные гребни при одновременном внесении в открытую борозду гранулированных минеральных удобрений двумя сплошными лентами по обе стороны от рядка картофеля (Рязанский ВНИИМС). Агрегатируется с тракторами тягового класса 1,4. Обслуживают тракторист и двое-четверо вспомогательных рабочих. Рекомендуется для всех зон возделывания семенного оригинального картофеля и других клубнеплодов (рис. 18) [43]. Техническая характеристика данных картофелесажалок представлена в табл. 4.

Рис. 18. Сажалка клоновая КСМ-2/4

Таблица 4

Техническая характеристика картофелесажалок

Марка	Тип	Ширина, м		Глубина заделки клубней, мм	Вместимость бункера, кг	Масса, кг	Габаритные размеры, мм
		захвата (число рядов)	междурядий				
СР42 4*75	Полуприцепная	(4)	0,75-0,9	40-180	3000	1800-2400	5160×3000-3620×1710
Л-202	Навесная	2,8	0,7	60-140	600	800	1600× ×2950× ×1700
Л-207	Полунавесная	(4)	0,7; 0,75; 0,9	50-150	1200	1900	4500× ×4000× ×2800
КСМ-2/4	Навесная	1,5/3,0	0,75; 0,9	80-90	200/400	450/850	2300×1820/ 3640×1550

3.7. Уход за посадками

Уход за посадками предусматривает в первую очередь уничтожение сорняков, формирование гребней, поддержание почвы в гребнях и междурядьях в рыхлом состоянии вплоть до уборки. Технология ухода зависит от типа почвы и применяемых орудий. На легких почвах применяют культиваторы с набором пассивных рабочих органов (стрельчатые лапы, долота, окучники, ротациионные бороны и ротационные рыхлители). Первую обработку – рыхление междурядий с одновременным насыпанием почвы на гребни и боронованием проводят не позднее пяти-семи дней после посадки, вторую (при необходимости) – до всходов тем же набором рабочих органов, основную обработку – окучивание без боронования – по всходам с формированием гребней полного профиля и насыпанием рыхлой почвы над клубнями не менее 18-20 см. При сильной засоренности через два-три дня гребни обрабатывают гербицидами по всходам. В дальнейшем рыхление междурядий с подокучиванием проводят в случае сильного уплотнения почвы в междурядьях и гребнях (после силь-

ных дождей). На тяжелых почвах применяется та же технология, что и на легких в случае применения пассивных рабочих органов. При использовании фрезерных культиваторов типа КФК-2,8 технология ухода упрощается и сводится к одной операции – формированию гребней высотой до 20-25 см по всходам с последующей обработкой гребней гербицидами. В случае ливневых дождей перед смыканием ботвы проводят рыхление междурядий ярусными окучниками, чтобы в гребнях не образовывались трещины, вызывающие озеленение клубней нового урожая.

Некорневые подкормки посадок вегетирующего картофеля. Для сбалансированного и полноценного питания картофеля можно применять локально или вразброс предпосадочное внесение полного минерального удобрения (NPK). В период формирования урожая (бутонизация-цветение) проводится визуальная или почвенно-растительная диагностика минерального питания и по ее результатам – одно- или двукратное опрыскивание посадок хелатами микроэлементов [115]. В рабочий раствор можно в необходимых количествах добавлять средства защиты растений от болезней и вредителей.

Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для оценки качества посадок оригинального картофеля. В начале 2000-х годов началось активное развитие беспилотной авиации для гражданского применения. В состав ведущей международной ассоциации беспилотных систем «UVS International» входят 135 производителей беспилотных летательных аппаратов из 52 стран. В мире представлено большое количество гражданских БПЛА классификации «микро» до 5 кг и «мини» до 30 кг, различающихся спецификациями и набором характеристик (назначение, масса, размер, продолжительность и высота полёта, система запуска и приземления, наличие систем автопилотирования и навигации, формат фото- и видеосъёмки и др.). Понятие «летательный аппарат» включает в себя большое число типов, у каждого из которых есть свой беспилотный аналог, а именно: летательный аппарат без экипажа на борту, использующий аэродинамический принцип создания подъемной силы с помощью фиксированного или вращающегося крыла (БПЛА самолетного и вертолетного типов), оснащенный двигателем и имеющий полезную нагрузку и продолжительность полета, достаточные для выполнения специальных задач.

Новые информационно-измерительные и вычислительные технологии позволяют обнаруживать болезни и вредителей картофеля по визуальному анализу цветных изображений, полученных с БПЛА с фиксацией с помощью GPS/ГЛОНАСС границы выявленной неоднородности, т.е. точно определять нахождение на поле больных растений.

Стебли картофеля могут достигать высоты 0,5 м и более при высокой плотности растений, поэтому защитная обработка полей затруднена. Картофель может подвергаться поражению грибными, бактериальными и вирусными заболеваниями. Наиболее часто встречаются фитофтороз, альтернариоз. В системе семеноводства картофеля посадки с оригинальными и элитными семенами должны быть надежно защищены. Для этих целей используют дрон с дистанционными цветными видеозаписями с привязкой к местности для визуального анализа снимков. В перспективе предлагается применять современные мини-вертолеты (дроны) с навигацией, видеокамерами (рис. 19а) и устройством, помогающим распылять пестициды на поля с воздуха по команде оператора для опрыскивания полей микроудобрениями, росторегуляторами и защитными препаратами. Преимущества такой техники: возможность её использования не только для распыления защитных препаратов, но и контроля посадок, своевременного определения сроков обработки конкретных участков, нуждающихся в ней. Анализ видеосъемки позволяет оценить обстановку, определить болезни и их распространённость. Детальный просмотр растений, например листьев, помогает немедленно проанализировать фотографию, принять необходимые меры для подтверждения потенциального заболевания и соответствующие действия по устранению больных растений [116-118].

В России разработкой и производством беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), а также разработкой программного обеспечения для фотограмметрической обработки данных и трехмерной визуализации занимается ГК «Геоскан». На разработке и производстве БПЛА для повышения эффективности выполнения сельскохозяйственных работ специализируется также компания «АгроДронГрупп» (рис. 19б).

а

б

Рис. 19. Беспилотные летательные аппараты:
а – БПЛА ведет видеосъёмку посадок семенного картофеля;
б – БПЛА фирмы ООО «АгроДронГрупп»

Для организации управляющих воздействий можно использовать небольшой беспилотный вертолет (рис. 20), к которому прикреплен бак с ЗСР для опрыскивания полей [119, 120]. Набор определенных команд заставляет устройство автоматически выполнять все руководства человека и успешно возвращаться на землю.

а

б

Рис. 20. Беспилотный вертолет:
а – с прикрепленным баком с ЗСВ для опрыскивания полей;
б – пульт управления

Авиационный способ обработки сельскохозяйственных угодий имеет преимущества перед наземным по производительности, возможности обрабатывать поле с переувлажненной почвой, отсутствию механических повреждений растений. Разработан винтокрылый летательный аппарат, использующий для создания подъемной силы свободновращающийся в режиме авторотации несущий винт (автожир или гирокоптер) с модульной конструкцией устройства, обеспечивающего автоматизированное внесение жидких средств химизации с рабочей скоростью полета 70-100 км/ч, шириной распределения 8 м, высотой обработки 1,0-1,5 м. Площадь поля, обрабатываемого автожиром, возрастает с уменьшением нормы внесения, рациональные значения которой составляют 10-20 л/га. Для автожиров при мощности двигателя силовой установки 150, 200 и 300 л.с. полезная грузоподъемность обычно составляет 120, 200 и 350 л соответственно [116].

Для повышения качества получаемого семенного материала необходимы своевременная оценка посадок семенного картофеля и проведение фитопрочисток, т.е. удаление с участка больных растений, способных заразить соседние кусты. Агрономы советуют проводить минимум три фитопрочистки за сезон: первую, когда побеги достигнут высоты 10-15 см, вторую – во время цветения, третью – перед скашиванием ботвы за две-три недели до уборки урожая.

Рис. 21. Агрегат для фитопрочисток компании «Macon» (Голландия)

Агрегат для фитопрочисток (компания «Macon», Голландия) оснащен дизельным двигателем, гидравлическим приводом на все колеса, тремя изменяемыми по высоте сиденьями и кузовом для отбракованных растений. Позволяет проводить двукратную фитопрочистку поля с семенным картофелем площадью 100 га за 18-20 дней силами четырех человек (рис. 21).

В России тоже ведутся работы по роботизации фитопрочисток.

3.8. Уборка урожая

Является наиболее сложной и трудоёмкой технологической операцией при возделывании картофеля. Включает в себя предуборочное удаление ботвы, выкапывание клубней комбайном или копателем в зависимости от погодных условий и типа почвы, транспортировку и загрузку их в хранилище (прямоточная технология) или выгрузку в приемный бункер сортировального пункта (поточная технология) для доработки (в случае осенней реализации или содержания в ворохе примесей почвы более 20%). Уборка тесно связана с качеством подготовки поля для работы комбайнов [121, 122] и в большинстве случаев начинается с предуборочного удаления ботвы. Зеленую, сильно развитую ботву, за 10-14 дней до уборки опрыскивают раствором десиканта, например опрыскивателем-протравливателем, предназначенным для обработки посадок рабочими растворами пестицидов, десикантов (рис. 22).

Рис. 22. Протравливатель (опрыскиватель) картофеля ОП-2000

После увядания ботвы (зеленой массы) ее скашивают ботводробителем, например KS-3000, в роторной камере которого имеются направляющие щитки, обеспечивающие точный отвод ботвы в борозды. Ножи ударного механизма подвижны в боковом и продольном направлениях. Предусмотрена возможность установки ножей для сплошного среза (рис. 23).

Рис. 23. Уборка ботвы картофеля (ботвоудалитель KS-3000)

В настоящее время практическое применение находят три основных способа уборки [123-126]:

- комбайнами с бункером-накопителем (комбайн бункерного типа) и периодической выгрузкой клубней в транспортные средства или с выгрузным конвейером (комбайн элеваторного типа), подающим убранные клубни в рядом идущий транспорт («копатель-погрузчик»);
- копателями-валкоукладчиками в междурядья соседних неубранных рядков с подбором уложенных рядков комбайнами;
- выкапывание клубней картофелекопателями с укладкой их на поверхность поля с последующим подбором вручную.

В качестве основного способа уборки урожая машинные технологии производства картофеля предусматривают комбайновый. Тип комбайна и организация работ определяются условиями хозяйства. Уборка копателями для крупных и средних хозяйств является резервной на случай неблагоприятных погодных условий (например, переувлажнение). Уборку клубней комбайнами производят при следующих условиях: твердость почвы – менее 1,4 МП, её влажность – 18-20%, урожайность – 10-15 т/га, глубина залегания нижних клубней – 18-20 см, засоренность камнями – до 8 т/га (почвы – все типы нормальной увлажненности), а копателями – при длине гона поля менее 200 м, уклоне – более 6°, влажности почвы – более 27%, урожайности – менее 10 т/га.

Картофель на грядах (110+40, 110+40+40 см) и почвах, засоренных камнями, убирают аналогичными машинами с соблюдением

вышеуказанных требований. Уборка клубней должна быть полной, с наименьшими потерями – не более 3%. Допустимое количество поврежденных клубней – не более 5%, наличие почвенных и других примесей в массе затаренных клубней – не более 10%. Машины должны подкапывать клубненосный пласт на полную глубину и ширину залегания клубней. Глубина хода лемехов копателя устанавливается так, чтобы число резаных клубней в убранной массе продукции не превышало 0,5% по количеству. Ширина валка при раздельной уборке не должна превышать 90 см. Чистота клубней в таре при уборке картофелеуборочными комбайнами должна быть не менее 95%. Количество эрозионно опасных частиц размером менее 1 мм в верхнем слое почвы (0-5 см) не должно возрастать по сравнению с их содержанием до выполнения данной операции. Не допускаются подтекание и каплепадение топлива, моторного и трансмиссионного масел, смазочных материалов, рабочих жидкостей гидросистем и других технических жидкостей через прокладки, сальники, заливные, контрольные и спускные пробки, в соединениях топливопроводов, шлангов и других соединительных элементах агрегата. Истирание металла рабочих органов о почву за срок амортизации орудия не должно превышать 10% первоначальной массы. Вредные выбросы отработанных газов энергетического модуля агрегата должны соответствовать нормам, предусмотренным ГОСТ 17.2.2.02-98 Нормы и методы определения дымности отработавших газов дизелей, тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин, а запыленность и вредные выбросы от агрегата на рабочем месте оператора и рабочих на переборке – нормам для среды размещения оператора. Конструкции машин должны быть приспособлены к экологическому контролю, а базовой модели и модификаций копателя – обеспечивать по окончании срока службы рециклирование не менее 90% его конструкционных материалов (по массе). Допустимый уровень внешнего шума – не более 85 дБ.

Во время уборки проводят частичную переборку клубней на переборочных столах уборочных комбайнов и сразу же закладывают клубни в хранилище. В зависимости от модификации комбайна ширина захвата подкапывающего устройства может иметь различные размеры, что позволяет проводить машинную уборку картофеля при

разной ширине междурядий и различных схемах посадки на гребнях и грядах [127].

В России для уборки картофеля наиболее часто используют картофелеуборочные комбайны Л-601 (ОАО «Лидсельмаш», Беларусь, в настоящее время их производство приостановлено), «Болко» (фирма «UNIA», Польша), DR 1500 (фирма «Grimme», Германия), AVR (фирма «Колнаг», г. Коломна), ПКК-2-05 «ПАЛЕССЕ РТ25» (ОАО «Гомсельмаш», Беларусь), ККПУ 2-170 (ЗАО «МВЗ Техно», Беларусь по лицензии фирмы «Dewulf», Бельгия) и др.

Рис. 24. Однорядный картофелеуборочный комбайн Л-601 (Беларусь)

Однорядный картофелеуборочный комбайн Л-601 предназначен для механизированной уборки на легких и средних почвах, засоренных камнями. Система отделения ботвы, комков и камней с усовершенствованным элеватором и шиповыми полотнами позволяет убирать урожай в неблагоприятных погодных условиях с минимальным повреждением клубней (рис. 24).

В последние годы получили развитие типы комбайнов на основе технологической схемы поворотного типа, которая позволяет с бóльшей эффективностью использовать для отделения почвенных примесей от продукта сепарирующие рабочие органы. В данной схеме компонуется механический роторный отделитель соразмерных комков и камней.

Однорядный комбайн «Болко» для уборки небольших участков с боковым подкопом и уборки клубней картофеля в бункер может работать в режиме копателя с укладкой клубней картофеля на почву, например в селекции или оригинальном семеноводстве (рис. 25). Имеет три модификации: с бункером, с площадкой для выгрузки в мешки, с транспортером. Рабочая ширина – от 62,5 до 75 см, производительность – до 0,15 га/ч, мощность – 40 л.с.

Рис. 25. Однорядный комбайн «Болко» (фирма «UNIA», Польша)

Полностью обрезиненные металлические части в транспортерах комбайна DR 1500, а также небольшие ступени перепада высоты и медленная циркуляция всех разделяющих органов обеспечивают низкую травмируемость клубней.

Модернизированная подкапывающая секция с пластиковыми копирующими катками, большими подпружиненными дисками и регулируемыми лемехами картофелеуборочных комбайнов серии AVR позволяют выкапывать клубни без потерь и избежать заторов в сложных погодных условиях. Качественное и максимально щадящее отделение клубней от почвы достигается за счет увеличенной рабочей поверхности трех сепарирующих элеваторов, расположенных с малыми углами наклона и низкими перепадами высот. Различные способы, приемы и устройства, а также значения кинематических параметров машин с целью снижения и/или предупреждения повреждений продукции применяются в большинстве технологических операций машинных технологий. Предельная высота падения клубней на перепадах между рабочими органами машин, в том числе на погрузочно-разгрузочных операциях, не должна превышать 0,2-0,3 м, скорость движения лент конвейеров при транспортировке клубней – не более 0,8-1,0 м/с, но во многих машинах она составляет 0,6-0,7 м/с.

3.9. Транспортировка и послеуборочная доработка

Согласно стандарту реализуемый картофель в зависимости от показателей качества делится следующим образом: ранний – на два класса (первый и второй), поздний – на три (Экстра, первый и второй, что соответствует классам Премиум, Стандарт, Эконом) [14]. Картофель для перевозки упаковывают в тканевые и сетчатые мешки вместимостью 25-50 кг, а также в деревянные ящики по 30 кг. Для хранения картофель на поле помещают в контейнеры вместимостью 90-700 кг, после чего их перевозят в хранилище. Мешки используют как тару для перевозки, хранить картофель в них можно не более одного месяца. Ранний картофель перевозят и хранят в ящиках. Требования к режиму хранения картофеля определяются периодом жизнедеятельности клубней и особенностями сорта.

В зависимости от способа уборки применяют различные способы транспортировки клубней от комбайна: при комбайновом способе используют автомашины-самосвалы или тракторные самосвальные прицепы, при уборке копателями – затаривание убранного урожая в мешки или контейнеры. Погрузка мешков осуществляется вручную, контейнеров – погрузчиками, транспортировка – тракторными прицепами, автомашинами, контейнеровозами [126]. Транспортируют убранные клубни с поля обычными и специальными большегрузными самосвальными тракторными прицепами фирмы «Miedema» (Нидерланды) модельного ряда HST грузоподъемностью 12-24 т. Данные прицепы имеют специальное гидравлическое управление подъемом заднего борта кузова, осуществляемое из кабины трактористом при выгрузке клубней. При транспортировке клубней на сортировальный пункт могут использоваться системы мониторинга транспортного средства, а также системы датчиков «свой-чужой» при въезде на склад/сортировальный пункт для обеспечения безопасности складской продукции.

Уборочный процесс взаимно связан с послеуборочным этапом машинного производства клубней картофеля. Передовой отечественный и зарубежный опыт показывает, что если операции по доработке клубней неразрывно связаны с полевыми технологическими операциями по возделыванию картофеля (топинамбура) и транспор-

тировке его с поля, то потери клубней сводятся к минимуму, обеспечиваются их высокое качество и рентабельность производства [128, 129]. В полученном от комбайнов полевом ворохе клубней картофеля в большинстве случаев, кроме товарных клубней различного назначения, содержатся почвенные и растительные примеси, в том числе соразмерные – почвенные комки и камни, нестандартная продукция. Поэтому требуется доработка вороха с целью получения товарных клубней соответствующего назначения.

Переход от простых сортировок к машинам нового типа – сортировальным пунктам и линиям – явился скачком в развитии технологий и техники уборочного цикла в целом и привел к повышению основных показателей их работы: производительность обслуживающего персонала на машинах для послеуборочной доработки повысилась с 1 до 3,6-4,3 т/ч.

Комплексы для первичной очистки клубней картофеля в основном включают в себя следующее оборудование: пункт приемно-сортировочный ППС 20-60 (*1*), конвейер наклонный КН-650 (*2*), устройство наполнения универсальное УНБ-2 (*3*), скутер-подборщик картофеля (крот) СКП-40 (*4*), загрузчик телескопический ЗТ-40 (*5*), конвейер телескопический КТ-40 (*6*) (рис. 26).

Рис. 26. Модульный комплекс для первичной очистки клубней картофеля

Приемный бункер Miedema SB1051 предназначен для работы с картофелем, топинамбуром, луком и другой сельскохозяйственной продукцией. Прием вороха осуществляется из самосвальных транспортных средств. После отделения почвенных примесей и мелкой фракции от основной массы вороха товарные клубни с регулируемой подачей направляются на технологическое оборудование для дальнейшей послеуборочной обработки и/или для загрузки хранилищ различной вместимости. Используется бункер в составе технологических линий, комплексов и самостоятельно. Может комплектоваться отделителем примесей, сортировочным устройством SU, переборочным столом, конвейерами различных типов для выполнения конкретных технологических операций послеуборочного цикла. Допустимое количество почвенных и других примесей в принимаемой продукции – до 30% при их влажности до 25%. При послеуборочной доработке (первичной очистке) клубней картофеля чистота средней и крупной фракций должна быть не менее 90%, мелкой – не менее 97%. К отходам относят клубни размером по наибольшему поперечному сечению не более 28 мм (удлиненные) – 30 мм (округло-овальные). В каждой фракции допускается не более 10% (по массе) клубней других фракций.

Сортировочный стол является дополнением к почвоотделителю, что в совокупности дает возможность не только очистить продукт от камней и комков земли, но и проверить его качество (рис. 27, 28). Поставляется он как отдельная машина, устанавливаемая за почвоотделителем. Предусмотрена возможность установки бункера, почвоотделителя и сортировочного стола на одной раме.

Рис. 27. Роликовый инспекционный (сортировочный) стол

Рис. 28. Двухручьевой роликовый стол с сеткодержателями

Экспериментальная машина для сортировки клубней с отделением примесей производительностью до 5 т/ч, разработанная и изготовленная фирмой «АгроТехМаш», представлена на рис. 29

Рис. 29. Экспериментальная машина для сортировки клубней

Переборочные столы представляют собой ленточные транспортеры, с обеих сторон которых оборудованы места для рабочих, осматривающих поток клубней и отбирающих вручную комки, камни, испорченные клубни. Устанавливают столы на стационарных картофелесортировальных пунктах.

Передвижной картофелесортировальный пункт КСП-15Б применяют для поточной доочистки клубней от примесей, сортирования их на три фракции, загрузки отсортированных клубней в хранилище, контейнеры или транспортные средства. Механизмы пункта КСП-15Б могут приводиться в действие от двигателя внутреннего сгорания мощностью 3,5 кВт, электродвигателя мощностью 2,8 кВт или вала отбора мощности трактора, благодаря чему его можно устанавливать в поле и у хранилищ.

Все схемы переработки клубней включают в себя следующие подготовительные технологические операции: отделение земли и камней, калибровку, мойку, сортировку, очистку и доочистку клубней от кожуры. Клубни, отделенные от земли и камней, моют в моечных машинах (щеточных, барабанных и др.), инспектируют, отделяют нестандартные. На современных технологических линиях перед мойкой клубней проводят их тщательную сухую очистку, позволяющую снизить расход воды и нагрузку на очистные сооружения (рис. 30).

Рис. 30. Модуль сухой очистки клубней от налипшей почвы

При сортировке клубней могут использоваться электронные сортировальные линии с обеспечением и регистрацией всего процесса сортировки через модем *online*.

Фирмы «ASM» (Италия) и «Miedema» (Нидерланды) являются лидерами среди европейских производителей оптических сортировщиков-фотосепараторов. Электронная сортировальная установка Smart Solutions («Miedema») обеспечивает мгновенный анализ полученных изображений и осуществляет сортировку исходя из диаметра, объема, формы и качества. Средняя производительность по сортировке установки Smart Grader SG 400 (четырехрядного типа) 4-10 т/ч, Smart Grader SG 600 (шестирядного) 5-15 т/ч в зависимости от средней массы клубня. При этом точность размера клубня достигает 0,1 мм.

Рис. 31. Автоматическая оптико-электронная сортирующая по качеству установка («Newtec», Дания)

Фирма «Newtec» (Дания) выпускает оптические машины для сортировки клубней, которые распознают их аномалии, болезни и механические повреждения (рис. 31). Точность идентификации дефекта обеспечивают цифровые цветные камеры.

В России накоплен определенный опыт разработки и использования систем технического зрения (СТЗ) при производстве картофеля [108,

109]. В ФГБНУ ВНИИКХ разработан способ и создана машина для сортировки картофеля на основе спектрального анализа отраженного от клубней инфракрасного излучения и разделения клубней по качеству. Производительность машины – до 5 т/ч. Предложена структурная схема управления сортированием семенного и продовольственного картофеля, представляющая собой конвейер, работа которого организована таким образом, чтобы поток сертифицированного семенного материала или продовольственного картофеля был непрерывным и удовлетворял требованиям соответствующих ГОСТов для сортового картофеля с целью получения качественных семян в семеноводстве и при сортировке продовольственного картофеля соответствовал пожеланиям покупателей. Технологическими комплексами для оптической сортировки картофеля, изготовленными за рубежом, оснащены передовые предприятия России, например, компания «НЗК» в Тульской области [33, 68].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Картофель является вторым по значимости продуктом растениеводства в Российской Федерации после зерновых культур. Россия занимает третье место в мире по его производству. Важную роль в повышении урожайности и объема производства картофеля играют селекция и семеноводство. Однако в данной отрасли сложилась высокая зависимость от импортного семенного материала. Большинство действующих государственных селекционных учреждений и других организаций, в том числе высших учебных заведений, осуществляющих научные исследования по селекции картофеля, значительно уступают исследовательским структурам ведущих стран по уровню финансирования, технической оснащенности и обеспеченности кадровым потенциалом. Необходим ускоренный перевод отечественных селекционных работ в оригинальном, элитном и репродукционном семеноводстве картофеля на современный организационный

и технологический уровень. Технология возделывания картофеля должна быть гибкой как в выборе комплекса машин, так и в проведении конкретных технологических операций в зависимости от почвенно-климатических условий, исходного состояния и ресурсных возможностей конкретного хозяйства, целей и задач. Только дифференцированный подход к рекомендуемым технологиям, технологическим и агротехническим приемам с учетом разнообразия почвенно-климатических и организационно-экономических условий региона и конкретного хозяйства позволит получить конкурентную продукцию.

К основным задачам в современном картофелеводстве России, требующих решения, следует отнести создание конкурентоспособной на мировом рынке отрасли производства и переработки картофеля. Для этого необходимо решить ряд проблем среди которых: обеспечение стабильного роста производства высококачественного семенного картофеля, современных конкурентоспособных российских сортов нового поколения; организация отечественного производства конкурентоспособной, доступной по цене техники для его производства; развитие сектора переработки картофеля; строительство современных хранилищ; развитие экспорта семенного, продовольственного картофеля и картофелепродуктов; создание региональных и межрегиональных логистических систем продвижения на российский и зарубежный рынок отечественного продовольственного семенного картофеля и картофелепродуктов.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что для выведения новых сортов картофеля требуются современное приборное оборудование, комплексная механизация процессов селекции и семеноводства. Необходимо обеспечить семеноводческие хозяйства надлежащей материально-технической и приборно-аналитической базами; усовершенствовать существующую и разработать новую технику для подготовки почвы, посадки и уборки картофеля, машин для послеуборочной доработки и механизации работ в хранилищах; создать единые правила сертификации и стандартизации картофельной продукции, а также совершенствовать процедуру регистрации новых сортов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Воронов Н.В., Воронова, Г.С., Манохина А.А.** Пути повышения пищевой ценности картофеля // Агротехнологии XXI века: матер. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 85-летию основания Пермской ГСХА и 150-летию со дня рождения акад. Д.Н. Прянишникова. – Пермь: ИПЦ Прокрость, 2015. – С. 48-53.

2. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2018 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия». – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 180 с.

3. Постановление Правительства России от 14.07.2012 № 717 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_133795/ (дата обращения: 11.08.2019).

4. **Звягинцев П.С.** Роль государственных программ в модернизации, инновационном и технологическом развитии и импортозамещении Российской экономики // Россия: тенденции и перспективы развития. – 2017. – С. 591-596.

5. **Анисимов Б.В.** Фитопатогенные вирусы и их контроль в семеноводстве картофеля. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 80 с.

6. Мониторинг количества высаженного семенного картофеля в хозяйствах всех категорий [Электронный ресурс]. URL: https://rosselhoscenter.com/ glavnye-novosti-arkhiv (дата обращения: 04.08.2019).

7. **Осипов В.С., Жевора С.В.** Мониторинг производства картофеля и его прогноз до 2020 года // Экономика сел. хоз-ва России. – 2018. – № 3. – С. 58-63.

8. **Анисимов Б.В., Усков А.И., Симаков Е.А.** и др. Методика проведения полевых обследований и послеуборочного контроля качества семенного картофеля // Госсеминспекция РФ. – М.: ИКАР, 2005. – 112 с.

9. **Valkonen J.P.T.** Viruses and Viroids. Special Issue: The Canon of Potato Science // Potato Research, 2007. – V. 50. – № 3/4. – P. 251-254.

10. **Усков А.И.** Воспроизводство оздоровленного исходного материала для семеноводства картофеля: 6. Методы лабораторного контроля // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 10. – С. 23-25.

11. **Усков А.И.** Воспроизводство оздоровленного исходного материала для семеноводства картофеля: 5. Схема лабораторного контроля // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 9. – С. 24-26.

12. **De Bokx J.A.** Test plants. In: Viruses of potato and seed potato production // Centre for Agr. Pub. and Doc., Wageningen, The Netherlands. – 1972. – P. 102-110.

13. **Torrance L., Jones R.A.C.** Recent developments in serological methods suited for use in routine testing for plant viruses // Plant Pathology. – 1981. – V. 30. – P. 1-24.

14. **Симаков Е.А., Старовойтов В.И., Анисимов Б.В.** и др. Индустрия картофеля. – М.: ВИНИТИ, 2013. – 276 с.

15. **Старовойтов В.И., Старовойтова О.А.** Перспективы органического картофелеводства // Сб. науч. тр. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Мн., 2008. – Т. 15. – С. 381-387.

16. **Анисимов Б.В., Симаков Е.А., Овэс Е.В., Юрлова С.М., Чугунов В.С., Шатилова О.Н.** Эффективность различных схем последовательного технологического процесса оригинального семеноводства картофеля // Современная индустрия картофеля: состояние и перспективы развития: матер. VI межрегион. науч.-практ. конф. – Чебоксары, 2014. – С. 97-105.

17. **Трофимец Л.Н., Бойко В.В., Анисимов Б.В., Князева В.П., Фенина Н.А.** и др. Безвирусное семеноводство картофеля: реком. – М.: Агропромиздат, 1990. – 32 с.

18. **Анисимов Б.В., Смолеговец Д.В.** Инновации в системе клонального микроразмножения картофеля // Картофель и овощи. – 2008. – № 4. – С. 26-27.

19. **Овэс Е.В., Анисимов Б.В., Усков А.И.** и др. Методические рекомендации по тиражированию материала для оригинального семеноводства картофеля. – М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2017. – 25 с.

20. Меристемная культура и быстрое размножение картофеля [Электронный ресурс]. URL: http://www.kartofel.org/konferencii/3_konf_pdf/platonov.pdf (дата обращения: 21.08.2019).

21. **Анисимов Б.В., Зебрин С.Н., Карданова И.С., Логинов С.И., Кузьмичев А.А.** Особенности выращивания мини-клубней в тоннельных укрытиях и проверка их качества методом грунтконтроля // Картофелеводство: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2017. – С. 230-240.

22. **Анисимов Б.В., Симаков Е.А., Жевора С.В.** и др. Современные технологии производства семенного картофеля: практ. руководство. – Чебоксары: КУП ЧР «АГРО-ИННОВАЦИИ», 2018. – 45 с.

23. **Хутинаев О.С., Старовойтов В.И., Шабанов Н.Э.** Аэрогидропонный способ выращивания мини-клубней картофеля и топинамбура в условиях искусственного освещения // Картофелеводство: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2017. – С. 259-268.

24. **Жевора С.В., Овэс Е.В., Старовойтов В.И.** и др. Инновационная технология выращивания мини-клубней картофеля в условиях водно-воздушной культуры: учеб. пособ. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 84 с.

25. **Дорохов А.С., Колчин Н.Н., Аксенов А.Г.** и др. Разработка подходов к усовершенствованию оборудования и машин для селекции и семеноводства картофеля: отчет о НИР / рук. А.С. Дорохов; исполн.: Н.Н. Колчин, А.Г. Аксенов, А.Г. Пономарев [и др.]. – М., ФГБНУ ФНАЦ ВИМ 2017. – 78 с. – № НИОКР: АААА-А18-118011700170-7.

26. **Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Манохина А.А.** Механизированные технологии возделывания картофеля и топинамбура // Картофелеводство: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2017. – С. 203-209.

27. **Simakov E.A., Anisimov B.V., Yashina I.M., Uskov A.I., Yurlova S.M., Oves E.V.** Potato breeding and seed production system development in Russia // Potato Research, 2008. – V. 51. – № 3-4. – P. 313-326.

28. **Stead D.E., Ebbels D.L., Pemberton A.W.** The value of indexing for disease control strategies. In: Advances in Botanical Research, incorporating Advances in Pathology. Pathogen indexing technologies // De Boer S.H., Tommerup I.C. Andrews J.H., Callow J.A. (Eds.) – Academic Press, 1996. – V. 23. – P. 1-26.

29. **Анисимов Б.В., Усков А.И., Симаков Е.А.** и др. Методика проведения полевых обследований и послеуборочного контроля качества семенного картофеля – М.: ИКАР, 2005. – 112 с.

30. **Engvall E., Perlmann P.** Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Quantitative assay of immunoglobulin G. // Immunochemistry, 1971. – V. 8. – P. 871-874.

31. **Clark M.F., Adams A.N.** Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses // J. Gen. Virol., 1977. – V. 34. – P. 475-483.

32. **Gugerli P.** Improvements of routine tests for potato virus identification. In: Proceedings CIP Decennial Anniversary Congress «Research for the potato in the year 2000» // Lima, Peru: International potato center (CIP), 1982. – P. 91-92.

33. **Трофимец Л.Н.** Биотехнология в картофелеводстве. – М.: Агропромиздат, 1989. – 45 с.

34. **Анисимов Б.В., Овес Е.В., Юрлова С.М., Алябьева А.В., Хутинаев О.С., Бойко Ю.П., Абашкин О.В., Абросимов Д.В.** Совершенствование системы качества в процессе производста семенного картофеля // Картофелеводство: результаты исследований, инновации, практический опыт: матер. науч.-практ. конф. и координационного совещания «Научное обеспечение и инновационное развитие картофелеводства». – М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2008. – Т. 1. – С. 278-289.

35. **Овэс Е.В., Топышева О.В., Анисимов Б.В.** Продуктивность сортообразцов картофеля при отборе базовых клонов в условиях Архангельской области // Картофелеводство: сб. науч. тр.: матер. координационного совещания и науч.-практ. конф., посвящ. 120-летию со для рождения А.Г. Лорха. – М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2009. – С. 193-199.

36. **Блинцов А.Н., Дрыгин Ю.Ф., Григоренко В.Г., Андреева И.П., Осипов А.П., Атабеков И.Г.** Инновационная технология экспресс-диагностики вирусных инфекций растений методом иммунохроматографии на тест-полосках // Картофелеводство: результаты исследований, инновации, практический опыт: матер. науч.-практ. конф. и координационного совещания «Научное обеспечение и инновационное развитие картофелеводства». – М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2008. – Т. 1. – С. 290-297.

37. **Drygin Yu.F., Blintcov A.N., Grigorenko V.G., Andreeva I.P., Osipov A.P., Varitzev Yu.A., Uskov A.I., Kravchenko D.V., Atabekov J.G.** Highly sensitive field test lateral flow immunodiagnostics of PVX infection // Applied Microbiology and Biotechnology, 2012. – V. 93. – № 1. – P. 179-189.

38. **Бызова Н.А., Сафенкова И.В., Чирков С.Н., Жердев А.В., Блинцов А.Н., Дзантиев Б.Б., Атабеков И.Г.** Разработка иммунохроматографических тест-систем для экспрессной детекции вирусов растений // Прикладная биохимия и микробиология. – 2009. – Т. 45. – № 2. – С. 225-231.

39. **Safenkova I.V., Zaitsev I.A., Pankratova G.K., Varitsev Y.A., Zherdev A.V., Dzantiev B.B.** Lateral Flow Immunoassay for Rapid Detection of Potato Ring Rot Caused by Clavibacter michiganensis subsp sepedonicus // Applied biochemistry and microbiology, 2014. – V. 50. – № 6. – P. 675-682.

40. **Лачуга Ю.Ф.** Стратегия машинно-технологического обеспечения производства сельскохозяйственной продукции России на период до 2010 года. – М.: ВИМ, 2003. – 64 с.

41. **Starovoitova O.A., Starovoitov V.I., Manokhina A.A.** The study of physical and mechanical parameters of the soil in the cultivation of tubers // Journal of Physics: Conference Series XXXIII International Conference on Equations of State for Matter, 2019. – С. 012083.

42. **Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Манохина А.А., Духанина С.М.** Физико-механические параметры почвы при выращивании картофеля на грядах // Земледелие. – 2018. – № 5. – С. 16-20.

43. **Замотаев А.И., Лубенцов В.М., Воловик А.С.** и др. Интенсивная технология производства картофеля. Уборка картофеля. – М.: Росагропромиздат, 1989. – С. 187-205.

44. **D.E. van der Zaag** Potatoes and their cultivations in the Netherlands. Postbus. – 1992. – 76 p.

45. **Пономарев А.Г., Кабаков Н.С., Джававов Р.Д**. Можно рассчитывать на успех при разных технологиях // Картофель и овощи. – 2001. – № 5. – С. 27-28.

46. **Старовойтов В.И.** Осваивать технологии с учетом конкретных условий // Картофель и овощи. – 1993. – № 2. – С. 10-11.

47. **Старовойтов В.И., Павлова О.А.** Грядовая технология возделывания картофеля // Науч. тр. / ВИМ. – М.: 2002. – Т. 141. – Ч. 1. – С. 175-181.

48. **Кузнецов А.Е.** Уход за посадками // Эффективные технологии производства картофеля: прил. к журналу «Агро XXI». – М.: Агрорус, 1999. – С. 13-14.

49. Способ выращивания картофеля патент на изобретение: пат. 2199845 Рос. Федерация/ Старовойтов В.И., Донец Н.В., Павлова О.А., Суровцев Р.А., Черников В.И., Чернецов Н.Н. – 15.10.01.

50. **Попкова К.В., Воловик А.С., Шнейдер Ю.И., Шмыгля В.А.** Защита картофеля в условиях индустриальной технологии. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 152 с.

51. **Уромова И.П.** Влияние ширины междурядий посадки картофеля на вредные, полезные организмы и эффективность защитных мероприятий: автореф. дис. … канд. с.-х. наук: 06.01.11 Защита растений. – М., 1994. – 24 с.

52. **Сорокин Е.А., Рейнгард Э.С., Пономарев А.Г., Старовойтов В.И.** и др. Машинная технология производства картофеля в тяжелых почвенных условиях. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2009. – 48 с.

53. **Старовойтов В.И.** Современные технологии возделывания картофеля: состояние, перспективы развития. – М., 2006. – С. 48-58.

54. **Старовойтов В.И., Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Павлова О.А.** Переработка картофеля – стратегический путь развития картофелеводства России. – М.: ООО «Техноэликс», 2006. – 154 с.

55. **Старовойтова О.А., Шабанов Н.Э.** Влияние ширины междурядий на температуру, влажность, плотность почвы и урожайность картофеля. – М.: РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – № 4 (74). – С. 34-40.

56. **Балабанов П.Р., Черников В.И.** Способ выращивания картофеля // А. С. СССР № 1584781. Кл. А01В 79/02. Б. И. 1990. – № 30.

57. **Павлова О.А.** Влияние агротехнических приёмов на урожайность и качество картофеля при возделывании на грядах: автореф. дис. … канд. с.-х. наук: 05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства. – М.: ВНИИКХ, 2006. – 23 с.

58. **Starovoitov V.I., Pavlova O.A., Voronov N.V.** Prospects of potato growing techniques in wide rows // Potato production and innovative technologies Editors: Anton J. Haverkort and Boris V. Anisimov. – Wageningen, 2007. – С. 246-251.

59. **Павлова О.А.** Технология выращивания крупных клубней для переработки на «крошку-картошку» и картофель «фри» // Картофель и овощи. – 2008. – № 7. – С. 4-5.

60. **Добровольский Г.В.** Задачи почвоведения в решении современных экологических проблем // Сохраним планету Земля. – СПб: ИП МГУ-РАН, 2004. – С. 15-18.

61. **Коршунов А.В.** Современные технологии возделывания картофеля // Эффективные технологии производства картофеля: прил. к журналу «Агро XXI». – 1999. – С. 9-10.

62. **Мельцаев И.Г., Борин А.А.** Приемы повышения плодородия почв // Земледелие. – 2005. – № 1. – С. 12-13.

63. **Носов Г.И., Крюков И.В.** Современные ресурсосберегающие технологии – важный фактор устойчивого роста АПК // Земледелие. – 2005. – № 3. – С. 14-16.

64. **Демидів О.А., Гаврилюк М.М., Бондарчук А.А.** та ін. Промислова технологія виробництва картоплі в Україні. – Київ: КИТ, 2010. – 104 с.

65. **Hergert G.W.** A futuristic view of soil and plant analysis and nutrient recommendations // Commun. Soil sci. Plant anal, 1998. – V. 29. – № 11-14. – P. 1441-1445.

66. **Struik P.C., Askew M.F., Sonnino A.** and all. Forty years of potato research: highlights, achievements and prospects / Potato Research: 1997. – Vol. 40. – № 1. – P. 5-19.

67. **Старовойтов В.И., Павлова О.А.** Основные направления развития современного картофелеводства // Ваш сельский консультант. – 2007. – № 3. – С. 12.

68. **Старовойтов В.И., Павлова О.А.** Новые комплексы машин для производства картофеля // Сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. / ВИМ, 2001. – Т. 4. – С. 189-196.

69. **Елизаров В.П., Антышев Н.М., Бейлис В.М.** Система машин и технологий для растениеводства // Техника в сел. хоз-ве. – 2009. – № 4. – С. 3-7.

70. **Елизаров В.П., Бейлис В.М., Коротченя В.М.** Аспекты разработки генеральной схемы развития механизации сельскохозяйственного производства // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: сб. науч. докл. Междунар. науч.-техн. конф. –М.: ВИМ, 2015. – С. 44-48.

71. **Ерохин М.Н.** Принципы повышения надежности и эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники (на примере картофелеуборочных комбайнов): дис. … д-ра техн. наук: 05.20.03 Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве – М., 1994. – 76 с.

72. **Шильников И.А., Сычев В.Г., Зеленов Н.А., Аканова Н.И., Федотова Л.С.** Известкование как фактор урожайности и почвенного плодородия. – М.: ВНИИА, 2008. – 340 с.

73. **Коршунов А.В.** Картофель России: монограф. – М.: Достижения АПК, 2003. – Т. 3. – 332 с.

74. **Федотова Л.С., Тимошина Л.А., Новиков М.А.** Роль удобрений в формировании урожая и улучшении качества продукции // Картофель и овощи. – 2002. – № 5. – С. 11.

75. **Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Новиков М.А.** Об удобрениях, модифицированных микро-и мезоэлементами // Плодородие. – 2004. – № 4. – С. 4.

76. **Лачуга Ю.Ф.** Точечное земледелие и животноводство – генеральное направление развития сельскохозяйственного производства в XXI веке // Машинные технологии производства продукции в системе точного земледелия и животноводства: матер. 3-й науч.-практ. конф. – М., 2004. – С. 2-5.

77. **Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Насибов Х.Н.** Урожайность картофеля в зависимости от приёмов подготовки почвы перед посадкой // Достижения науки и техники. – 2012. – № 11. – С. 23-24.

78. **Старовойтов В.И., Насибов Х.Н., Старовойтова О.А.** Влияние предпосадочной обработки почвы на урожайность картофеля // Вестн. ФГОУ ВПО Московский ГАУ им. В.П. Горячкина. – 2012. – № 2 (53). – С. 47-50.

79. **Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А.** Возделывание картофеля с использованием влагосберегающих полимеров // Вестн. ФГОУ ВПО Московский ГАУ им. В.П. Горячкина. – 2015. – № 1 (65). – С. 15-19.

80. **Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Хутинаев О.С., Шабанов Н.Э., Бойко Ю.П., Масюк Ю.А., Манохина А.А.** Эффективность применения водных абсорбентов в картофелеводстве: практ. руководство. – Чебоксары: ФГБНУ ВНИИКХ, 2018. – 24 с.

81. **Старовойтова О.А.** Влияние водных абсорбентов на урожайность картофеля и содержание влаги в почве // Вестн. ФГОУ ВПО Московский ГАУ им. В.П. Горячкина. – 2018. – № 2 (84). – С. 12-18.

82. **Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Манохина А.А.** Возделывание картофеля с использованием водных абсорбентов // Вестн. ФГОУ ВПО Московский ГАУ им. В.П. Горячкина. – 2016. – № 2 (72). – С. 28-34.

83. **Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Манохина А.А., Бойко Ю.П., Масюк Ю.А.** Влияние средовых факторов со снижением пестицидной нагрузки на формирование урожая картофеля // Вестн. ФГОУ ВПО Московский ГАУ В.П. Горячкина. – 2019. – № 2 (90). – С. 30-34.

84. **Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Манохина А.А., Воронов Н.В., Насибов Х.Н.** На пути к органическому картофелю // Известия МААО. – 2018. – № 41-2. – С. 91-97.

85. **Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А., Насибов Х.Н.** Агрономические предпосылки модернизации туковысевающих машин в картофелеводстве // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 30-летию кафедры технической механики конструирования машин. – Майский: Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина, 2018. – С. 191-196.

86. **Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Манохина А.А.** Эффективность высокоточного внесения удобрений при возделывании карто-

феля // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. матер. XIII Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 кн. – Барнаул: Алтайский ГАУ, 2018. – С. 417-418.

87. **Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Бойко Ю.П., Молчанова Е.Я., Насибов Х.Н., Манохина А.А., Климова Ю.В.** Способ высокоточного дробно-локального внесения удобрений при возделывании картофеля. – М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2013. – 16 с.

88. **Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А.** Влияние сочетания высокоточного внесения минеральных удобрений и регуляторов роста на урожайность и качество клубней картофеля // Вестн. ФГОУ ВПО МГАУ им. В.П. Горячкина. – 2014. – № 2. – С. 38-41.

89. **Лобачевский Я.П., Дорохов А.С.** Перспективные научно-технические проекты в сфере механизации и роботизации сельского хозяйства // Формирование единого научно-технологического пространства союзного государства: проблемы, перспективы, инновации: матер. постоянно действующего семинара при Парламентском Собрании Союза Беларуси и России по вопросам строительства Союзного государства. – Мн.: ГНУ «Центр системного анализа и стратегических исследований НАН Беларуси», 2017. – С. 333-343.

90. Разработать систему типажей технических средств, в том числе оснащенных средствами ГЛОНАСС, как инновационную базу инженерной сферы АПК и модернизации машинно-тракторного парка России: отчет о НИР / ФГБНУ ФНАЦ ВИМ ; рук. В.М. Бейлис; испол.: В.П. Елизаров, В.П. Селезнева – М., 2013. – 311 с. – № 09.01.01-2013.

91. **Михеев В.В., Звягинцев П.С., Пономарев А.Г.** Технико-экономическое обоснование направлений совершенствования машинных технологий возделывания картофеля и овощей // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: сб. науч. докл. Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики акад. В.П. Горячкина. – М.: ВИМ, 2013. – С. 179-184.

92. **Личман Г.И.** Основные направления исследований по координатному земледелию и состояние с введением в сельскохозяйственный оборот новой технологии // Технологии дифференцированного применения удобрений: тр. 1-й Междунар. науч.-техн. конф. по проблеме дифференцированного применения удобрений в системе координатного земледелия. – М.: ВИМ, 2000. – С. 28-34.

93. **Старовойтова О.А., Жевора С.В., Старовойтов В.И., Овэс Е.В., Коршунов А.В., Манохина А.А., Балабанов В.И., Федоренко В.Ф., Голубев И.Г., Звягинцев П.С., Зуев В.В., Воронов Н.В.** Конкурентоспособные технологии семеноводства, производства и хранения картофеля: науч. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 236 с.

94. **Балабанов В.И.**, **Железова С.В.**, **Березовский Е.В.**, **Беленков А.И.**, **Егоров В.В**. Навигационные технологии в сельском хозяйстве. Координатное земледелие: учеб. пособ. – М.: РГАУ- МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. – 144 с.

95. **Афанасьев Р.А.** Агрохимические проблемы дифференцированного применения удобрений // Машинные технологии производства продукции в системе точного земледелия и животноводства: матер. 3-й науч.-практ. конф. – М.: ВИМ, 2004. – С. 28-34.

96. **Якушев В.П.** и др. Состояние, задачи и перспективы развития научных основ и технических средств в системе точного земледелия // Машинные технологии производства продукции в системе точного земледелия и животноводства: матер. 3-й науч.-практ. конф. – М.: ВИМ, 2004. – 379 с.

97. **Марченко Н.М., Анискин В.И.** Итоги и основные направления исследований проблемы дифференцированного применения удобрений // Тр. ВНИМС. – Рязань: ВНИМС, 2001. – С. 12-18.

98. **Якушев В.П.** и др. Информационные технологии, информационные измерительные системы и приборы в исследовании сельскохозяйственных процессов.–Ч.1.: матер. Междунар. науч.-практ. конф. «АГРОИНФО-2003».– Краснообск: ГНУ СибФТИ Россельхозакадемии, 2003. – С. 12-13.

99. **Нефедов Б.А., Черевиков В.Д.** Технические и экономические аспекты дифференцированного применения минеральных удобрений // Тр. / ВИМ. – М.: ВИМ, 2000. – Т. 131. – С. 29-30.

100. **Старовойтов В.И.** и др. Автоматизация контроля качества картофеля, плодов и овощей. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. – 272 с.

101. **Жевора С.В., Рубин Д.Т., Старовойтов В.И., Кладко С.Г., Андряков Д.А., Жорин Ф.В., Ворончихин В.В.** Перспективы использования программных комплексов сельскохозяйственного мониторинга в картофелеводстве // Современные технологии производства, хранения и переработки картофеля: матер. науч.-практ. конф. – М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2017. – С. 27-39.

102. **Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А.** Информационные технологии при возделывании картофеля и топинамбура //

Агроэкологические и организационно-экономические аспекты создания и эффективного функционирования экологически стабильных территорий: матер. Всерос. науч.-практ. конф. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2017. – С. 432-437.

103. **Личман Г.И., Лобачевский Я.П., Елизаров В.П., Курбанов Р.К.** Использование БПЛА для мониторинга состояния селекционных участков // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: матер. IX Междунар. науч.-практ. конф. «ИнформАгро-2017». – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – С. 311-315.

104. **Докучаев В.В.** Русский чернозем: избр. соч. – М.: Гос. изд-во с.-х. лит., 1948. – Т. 1. – 480 с.

105. **Саакян Д.Н.** Контроль качества механизированных работ в полеводстве. – М.: Колос, 1973. – 264 с.

106. **Von Boguslawski and Schneider B.** Die dritte Annaherung des Ertragsgesetzes. 3. Mitteilung // Zeitschrift fuer Acker- und Pflanzenbau 119. 1964. – P. 1-28.

107. **Черников В.И., Кучумов А.П., Пермякова А.Е.** Новое в технологии производства картофеля на промышленной основе. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1976. – С. 40.

108. **Старовойтова О.А.** Методические подходы к построению 3-D модели почвы в картофелеводстве // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: матер. XIV Междунар. науч. конф. – Кокино: Брянский ГАУ, 2017. – Т. 24. – № 1. – С. 220-225.

109. **Личман Г.И., Елизаров В.П.** О возможных подходах к построению карт-заданий для дифференцированного внесения удобрений // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: сб. науч. докл. Междунар. науч.-техн. конф. – М.: ВИМ, 2015. – С. 181-186.

110. **Щеголихина Т.А., Гольтяпин В.Я.** Современные технологии и оборудование для систем точного земледелия: науч.-аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 80 с.

111. **Мокроносов А.Т.** Влияние засухи в разные фазы развития на образование и урожай клубней у картофеля // Ученые записки Уральского университета. – 1959. – Вып. 32. – С. 13-20.

112. **Кленин Н.И., Сакун В.А.** Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М.: Колос, 1994. – 336 с.

113. **Туболев С.С., Шеломенцев С.И., Пшеченков К.А., Зейрук В.Н.** Машинные технологии и техника для производства картофеля. – М.: Агроспас, 2010. – 316 с.

114. **Фирсов И.П., Соловьев А.М., Трифонова М.Ф.** Технология растениеводства. – М.: КолосС, 2004. – 472 с.

115. **Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А.** Влияние агрохимикатов на урожайность и потемнение мякоти клубней картофеля // Вест. ФГОУ ВПО Московский ГАУ им. В.П. Горячкина. – 2015. – № 5 (69). – С. 7-14.

116. **Личман Г.И., Марченко Н.М.** Космический мониторинг в системе точного земледелия // С.-х. машины и технологии. – 2010. – № 1. – С. 27-31.

117. **Старовойтов В.И., Башилов А.М., Андержанов А.Л.** Автоматизация контроля качества картофеля, овощей и плодов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 200 с.

118. **Jacquemoud S., Us L.** Leaf optical properties: Astate of the art // In: Presented at 8th Int. Symp. Physical Measurements & Signatures in Remote Sensing. Aussois. France, 2001. – P. 223-232.

119. Авиация для сельского хозяйства Source [Электронный ресурс]. URL: https://www.geo-informatie.nl/igi-new/literature/Ch07 IGI RS Spectr Sign.doc. (дата обращения: 06.10.2019).

120. Авиация для сельского хозяйства (автожир МТО agric) [Электронный ресурс]. URL: https://agroserver.ru/ (дата обращения: 16.09.2019).

121. Дрон будет мониторить болезни и внесения пестицидов в поле [Электронный ресурс]. URL: http://www.gd.ru/news/6979-qqn-17-m2-06-02-2017-dron-budet-monitorit-bolezni-i-vneseniya-pestitsidov-v-pole?utm_source=letternews&utm_medium= letter&utm_campaign=letternews_2017.02.07_top_of_gd_readers_900 (дата обращения: 07.10.2019).

122. **Калинин А.Б., Теплинский И.З., Кудрявцев П.П.** Анализ параметров почвенного состояния при выполнении технологических процессов возделывания картофеля с целью выявления причин переуплотнения почвы // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: матер. науч.-практ. конф. профессорско-преподавательского состава. – СПб: Санкт-Петербургский ГАУ, 2015. – С. 493-498.

123. **Пономарев А.Г., Колчин Н.Н., Зернов В.Н., Петухов С.Н.** и др. Селекции и семеноводству картофеля необходима механизация // Картофель и овощи. – 2017. – № 3. – С. 22-24.

124. **Туболев С.С., Колчин Н.Н., Старовойтов В.И.** Развитие машинных технологий производства картофеля в России // Достижения науки в АПК. – 2007. – № 7. – С. 28-31.

125. **Лурье А.Б., Громчевский А.А.** Расчет и конструирование сельскохозяйственных машин. – Л.: Машиностроение, 1977. – 528 с.

126. **Колчин Н.Н.** Особенности конструкций зарубежных машин для уборки и обработки картофеля // Тракторы и с.-х. машины. – 2005. – № 7. – С. 49-54.

127. **Некрашевич В.Ф., Костенко М.Ю., Костенко Н.А., Горячкина И.Н.** Результаты исследования интенсивности сепарации на лабораторном прутковом элеваторе при регулировании загрузки // Вест. РГАТУ. – 2010. – № 3. – С. 70-72.

128. Контейнерная система сбора картофеля для безбункерного комбайна: пат. RUS 2622692 / Евтюшенков Н.Е., Елизаров В.П., Еремченко В.И., Иванов М.В., Измайлов А.Ю., Калинкин Г.А., Крюков М.Л., Наумов Ю.Н., Пономарев А.Г.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. – 2016123065; заявл. 10.06.16; опубл.: 19.06.17.

129. Разработка системы инновационных энергоэффективных мобильных транспортно-технологических средств для сельскохозяйственного производства: отчет о НИР / ФГБНУ ФНАЦ ВИМ ; рук. З.А. Годжаев; исполн.: В.Г. Шевцов, А.В. Лавров, Г.С. Гурылев, Т.И. Ксеневич, А.В. Русанов, В.А. Кузьмин, В.А. Зубина, Е.В. Ерилина, О.С. Марченко, А.Г. Пономарев, В.В. Михеев, Р.С. Федоткин, В.А. Крючков, А.С. Овчаренко, К.А. Богданов, П.И. Волков, М.Л. Крюков, Ю.Н. Наумов, Г.С. Савельев [и др.]. – М., 2017. – 211 с. – № АААА-А17-117091570046-9.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
1. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СЕМЕНОВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ 5
1.1. Требования к показателям качества картофеля 7
1.2. Семеноводство картофеля 9
1.3. Нормы отбора листовых и клубневых проб для лабораторного тестирования 15
2. ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МАССОВОГО И ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ 18
3. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ 27
3.1. Технологии выращивания семенного картофеля 27
3.2. Система удобрения картофеля 31
3.3. Ресурсосберегающие, высокоточные технологии возделывания 31
3.4. Подготовка почвы 35
3.5. Электронные карты полей 39
3.6. Посадка картофеля 41
3.7. Уход за посадками 48
3.8. Уборка урожая 53
3.9. Транспортировка и послеуборочная доработка 58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 63
ЛИТЕРАТУРА 65

Авторы:
**Сергей Валентинович Жевора, Виктор Иванович Старовойтов,
Оксана Анатольевна Старовойтова, Александр Иринархович Усков,
Юрий Алексеевич Варицев, Галина Петровна Варицева,
Павел Андреевич Галушка, Людмила Борисовна Ускова**
(ФГБНУ ВНИИКХ);
Николай Петрович Мишуров, Татьяна Алексеевна Щеголихина
(ФГБНУ «Росинформагротех»);
Александра Анатольевна Манохина, Павел Дмитриевич Осмоловский
(ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева)

СОВРЕМЕННОЕ ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ

Научный аналитический обзор

Редактор *В.И. Сидорова*
Обложка художника *П.В. Жукова*
Компьютерная верстка *А.Г. Шалгинских*
Корректоры: *С.И. Ермакова, М.А. Обознова*

fgnu@rosinformagrotech.ru

Подписано в печать 27.11.2019 Формат 60x84/16
Печать офсетная Бумага офсетная Гарнитура шрифта «Times New Roman»
Печ. л. 5 Тираж 500 экз. Изд. заказ 107 Тип. заказ 694

Отпечатано в типографии ФГБНУ «Росинформагротех»,
141261, пос. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60

ISBN 978-5-7367-1531-2

9 785736 715312

ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ НА ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ МИНСЕЛЬХОЗА РОССИИ

Информационный бюллетень Минсельхоза России выпускается ежемесячно тиражом более 4000 экземпляров и распространяется во всех регионах страны, поступает в органы управления АПК субъектов Российской Федерации. В журнале публикуются материалы информационно-аналитического характера о деятельности Министерства по реализации государственной аграрной политики, отражаются приоритеты, цели и направления развития сельского хозяйства и сельских территорий, материалы о мероприятиях, проводимых с участием первых лиц государства по вопросам развития отрасли, освещается ход реализации Госпрограммы на 2013-2020 годы.

Вы прочтете проблемные статьи и интервью с руководителями регионов, ведущими учеными-аграрниками, руководителями сельхозпредприятий и фермерами. Широко представлены новости АПК регионов.

В приложении к Информационному бюллетеню публикуются официальные документы – постановления Правительства России, законодательные и нормативные акты по вопросам АПК, приказы Минсельхоза России.

Подписку можно оформить через Роспечать (индекс 37138) и редакцию с любого месяца и на любой период, перечислив деньги на наш расчетный счет. Стоимость подписки на 2020 г. с учетом доставки по Российской Федерации – 4752 руб. с учетом НДС (10%); 396 руб. с учетом НДС (10%) за один номер.

Банковские реквизиты: УФК по Московской области (Отдел №28 Управления Федерального казначейства по МО) ИНН 5038001475 / КПП 503801001 ФГБНУ «Росинформагротех», л/с 20486Х71280, р/с 40501810545252000104 в ГУ Банка России по ЦФО БИК 044525000

Журнал уже получают тысячи сельхозтоваропроизводителей России и стран СНГ

В Информационном бюллетене Минсельхоза России Вы можете разместить свои аналитические и рекламные материалы, соответствующие целям и профилю журнала. Размещение рекламы можно оформить через ФГБНУ «Росинформагротех» перечислив деньги на наш расчетный счет.

Телефоны для справок: 8 (496) 531-19-92,
(495) 993-55-83,
(495) 993-44-04.
e-mail: market-fgnu@mail.ru, ivanova-fgnu@mail.ru