

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
КАРТОФЕЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА ИМЕНИ А. Г. ЛОРХА»

На правах рукописи

МАЛЬЦЕВ СТАНИСЛАВ ВЛАДИМИРОВИЧ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ,
УБОРКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ
ВАКУУМНОЙ УПАКОВКИ И БЫСТРОЙ ЗАМОРОЗКИ
В ЦЕНТРАЛЬНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ

Специальность 06.01.01 – «Общее земледелие, растениеводство»

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание учёной степени

доктора сельскохозяйственных наук

Научный консультант:

доктор технических наук,

профессор

К.А.Пшеченков

Москва 2019

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение.....	5
Глава 1 Обзор литературных источников по теме исследований.....	14
1.1 Технология возделывания картофеля в Центральном регионе России...	14
1.2 Урожайность картофеля и биохимические показатели клубней в зависимости от погодных условий, сортовых особенностей, влагообеспеченности, типа почвы и фона минерального питания.....	21
1.3 Потребительские и кулинарные качества картофеля в зависимости от условий выращивания.....	31
1.4 Картофель в вакуумной упаковке и быстрозамороженный гарнирный (фри).....	36
1.5 Физиолого-биохимические изменения в клубнях при длительном хранении. Лёжкость картофеля в зависимости от условий выращивания, технологии уборки и хранения.....	47
1.6 Применение химических и физических методов воздействия (в том числе фитогормона этилена) в процессе хранения картофеля различного назначения.....	50
Глава 2 Место, условия, программа и методики исследований.....	58
2.1 Место проведения исследований и агрохимические показатели почв...	58
2.2 Программа исследований.....	61
2.3 Методики исследований.....	67
Результаты исследований.....	71
Глава 3 Влияние биологических особенностей сорта, условий выращивания и хранения на рост, развитие и урожайность столового картофеля, биохимические и потребительские показатели клубней.....	71
3.1 Метеорологические условия.....	72
3.2 Фенологические фазы развития и биометрические показатели растений.	80

3.3 Урожайность и выход товарных клубней.....	94
3.4 Биохимические и потребительские показатели клубней.....	104
Глава 4 Влияние удобрений, типа почвы, биологических особенностей сорта и температуры хранения сырья на пригодность картофеля к вакуумной упаковке и быстрой заморозке.....	115
4.1 Пригодность картофеля к вакуумной упаковке в зависимости от доз удобрений, типа почвы, сорта и температуры хранения сырья.....	116
4.2 Вид упакованного продукта (целые клубни, ломтики и брусочки) и способ подготовки сырья (просушивание, консервант, термообработка)	123
4.3 Влияние температуры на срок хранения картофеля в вакуумной упаковке.....	127
4.4 Качество варёного картофеля после хранения в вакуумной упаковке...	128
4.5 Влияние условий выращивания, температуры хранения сырья, срока переработки и длительности хранения на качество быстрозамороженного картофеля.....	129
Глава 5 Подбор сортов картофеля для вакуумной упаковки и быстрой заморозки.....	137
5.1 Требования, предъявляемые к сортам картофеля, предназначенным для вакуумной упаковки и быстрой заморозки.....	137
5.2 Сорта, пригодные для вакуумной упаковки.....	138
5.3 Сорта, пригодные для приготовления быстрозамороженного картофеля.	146
5.4 Выбор системы механической очистки клубней, обеспечивающей минимальные отходы при переработке рекомендуемых сорт картофеля.....	150
Глава 6 Совершенствование элементов технологии уборки картофеля, обеспечивающее снижения отходов при первичной переработке.....	156
6.1 Влияние механических повреждений клубней на пригодность картофеля к первичной переработке и величину отходов при очистке...	156

6.2. Организация уборки картофеля в оптимальные сжатые сроки с минимальными механическими повреждениями.....	158
Глава 7 Повышение продуктивности и лёжкости картофеля в зависимости от применения химических и физических методов воздействия на клубни в период хранения.....	164
7.1 Повышение всхожести, биометрических показателей и урожайности картофеля в последствии при хранении семенных клубней в среде фитогормона этилена.....	164
7.2 Использование половинных доз препарата Спад-Ник совместно с этиленом для снижения пестицидной нагрузки при ингибировании прорастания картофеля.....	177
7.3 Перспективы гамма-облучения клубней картофеля различного назначения.....	183
Глава 8 Экономическая эффективность усовершенствованных элементов технологии производства картофеля.....	189
8.1 Эффективность применения фитогормона этилена при хранении семенного картофеля.....	190
8.2 Эффективность применения ингибиторов прорастания при хранении картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки и быстрой заморозки.....	192
8.3 Влияние усовершенствованных элементов технологии выращивания, уборки и хранения картофеля на экономическую эффективность первичной переработки сырья.....	194
Заключение.....	197
Рекомендации производству.....	201
Список использованной литературы.....	202
Приложения.....	239

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Картофелеводство в России является одной из основных отраслей сельского хозяйства, ежегодный объём промышленного производства картофеля составляет около 6,7 млн т (из которых 2,5 млн т приходится на Центральный регион России). По прогнозам дальнейший рост объёмов производства картофеля будет обеспечиваться главным образом за счёт увеличения доли перерабатываемого картофеля. В отличие от большинства стран Запада, в России эта ниша рынка освоена довольно слабо. Так, объёмы первичной переработки картофеля, к которой относится сырой очищенный вакуумированный, а также быстрозамороженный картофель, не превышают 1,2-1,5 млн т. При этом необходимо иметь в виду, что обычно применяемая технология производства сырья, рассчитанная в основном на производство столового картофеля, для данных видов продукции малопригодна в силу специфических требований к качеству конечного продукта. В особенности, если речь идёт о производстве экологически чистой продукции без применения консервантов, которые в детском и диетическом питании запрещены.

В этой связи изучение факторов, определяющих пригодность картофеля к вакуумной упаковке и быстрой заморозке, подбор наиболее подходящих для этих целей сортов, усовершенствование элементов технологии выращивания, уборки и хранения, обеспечивающих оптимальное соотношение величины и качества урожая при минимальных механических повреждениях, высокой лёжкости при хранении и, как следствие, высокой экономической эффективности первичной переработки картофеля является актуальной задачей, имеющей большое значение для народного хозяйства России.

Степень разработанности темы. Исследованиями в области технологии выращивания, уборки, хранения и переработки картофеля занимались в разное время Коршунов А.В., Пшеченков К.А., Колчин Н.Н., Чугунов В.С., Верещагин Н.И., Успенский И.А., Анисимов Б.В., Бишоп К.Ф., Волкинд И.Л., Рослов Н.Н., Шпаар Д., Фомин И.М., Шуман П., Угланов М.Б., Рембалович Г.К., Замотаев

А.И., Старовойтов В.И., Цыгвинцев П.Н., Rylski I., Reid M.S., Saltveit M.E., Barry C.S. и другие. Работами этих учёных показана эффективность выращивания и уборки картофеля в различных почвенно-климатических условиях, рассмотрены вопросы хранения картофеля в зависимости от его назначения, в том числе с применением химических (д.в. хлорпрофам) и физических (гамма-облучение) методов обработки клубней. Изучены биохимические (содержание сухого вещества, редуцирующих сахаров, витамина "С", нитратов) и потребительские показатели продовольственного и предназначенного для промпереработки картофеля. Подобраны сорта и исследованы технологические процессы переработки картофеля на различные картофелепродукты (хрустящий, фри, пюре и др.). Вместе с тем, аналитический обзор результатов исследований показал, что технологии выращивания, уборки и хранения картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки и быстрой заморозки в Центральном регионе России, требуют дальнейшего совершенствования. Остаётся малоизученным вопрос применения фитогормона этилена. Отсутствует перечень наиболее подходящих для данных видов переработки сортов.

Цель исследований - усовершенствовать элементы технологии выращивания, уборки и хранения картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки и быстрой заморозки в Центральном регионе России.

Задачи исследований:

1) Установить влияние биологических особенностей сорта, условий выращивания и хранения на рост, развитие, урожайность, товарность картофеля, а также на биохимические и потребительские показатели клубней в послеуборочный период и при длительном хранении.

2) Изучить влияние удобрений, типа почвы, сортовых особенностей и температуры хранения сырья на пригодность картофеля к вакуумной упаковке и быстрой заморозке. Ранжировать по значимости основные факторы, определяющие пригодность картофеля к данным видам первичной переработки.

3) Разработать требования по биохимическим, морфологическим и потребительским показателям к сортам картофеля, пригодным к вакуумной

упаковке и быстрой заморозке, и с учётом этих требований из широкого набора распространённых и перспективных в Центральном регионе России сортов выбрать наиболее подходящие для данных видов первичной переработки.

4) Усовершенствовать элементы технологии уборки картофеля на тяжёлосуглинистых почвах Центрального региона России, обеспечивающие её проведение в оптимальные сжатые сроки с минимальными механическими повреждениями клубней и отходами при первичной переработке.

5) Разработать способ повышения продуктивности картофеля без использования повышенных доз минеральных удобрений за счет усовершенствования условий хранения семенных клубней в среде фитогормона этилена.

6) Разработать способы снижения пестицидной нагрузки при хранении картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки и быстрой заморозки, при применении химических и физических методов воздействия на клубни.

7) Определить экономическую эффективность усовершенствованных элементов технологии выращивания, уборки и хранения картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки и быстрой заморозки, и разработать соответствующие рекомендации производству.

Научная новизна:

Обоснованы дозы минеральных удобрений при локальном внесении (во время предпосадочной нарезки гребней или сажалкой при посадке), обеспечивающие оптимальное соотношение величины и качества урожая - на дерново-подзолистой супесчаной почве в условиях Центрального региона России - $N_{60}P_{60}K_{120}$; в условиях Средневолжского региона при выращивании на чернозёме - $N_{60}P_{120}K_{120}$ (для среднеобеспеченных питательными элементами почв). Установлено, что более высокие дозы удобрений негативно влияют на биохимические и потребительские показатели клубней – снижается содержание сухого вещества (до двух процентных пунктов) и, как следствие, ухудшается тургор клубней в вакуумной упаковке и консистенция конечного продукта при

обжаривании быстрозамороженного картофеля. Кроме этого снижается устойчивость мякоти к потемнению.

Впервые установлены и ранжированы согласно своей значимости (в баллах по 9-балльной шкале) факторы, определяющие в период выращивания и хранения пригодность картофеля к вакуумной упаковке: сорт - 2,5; тип почвы – 1,0; доза минеральных удобрений – 1,0; метеоусловия вегетационного периода – 0,5; срок первичной переработки – 0,5; температура хранения – 0,3; прочие факторы - 3,2 и к быстрой заморозке - соответственно: 1,8; 0,5; 0,3; 0,5; 1,0; 2,0; 2,9 баллов. Таким образом впервые была заложена основа для дальнейшего целенаправленного научно-обоснованного совершенствования элементов технологии производства картофеля, пригодного к данным видам первичной переработки.

Впервые разработаны требования к сортам картофеля, пригодным к вышеупомянутым видам переработки: содержание сухого вещества не ниже 20%; отходов при механической очистке не более 20% при сентябрьском сроке переработки; устойчивость мякоти клубней к потемнению не ниже 7 баллов через 15 дней хранения в вакуумной упаковке (или не ниже 6 баллов через 12 месяцев после быстрой заморозки); предпочтительный цвет мякоти – кремовый и жёлтый. Для быстрозамороженного картофеля дополнительные требования - форма клубня - удлинённая, содержание в клубнях редуцирующих сахаров не более 0,3% и качество обжаренного картофеля – без потемнения, рассыпчатый и вкусный (в среднем не ниже 6 баллов по цвету, консистенции и вкусу).

Впервые из 110 широко распространённых и перспективных сортов картофеля определены 40 сортов, соответствующих требованиям для вакуумной упаковки: Лилея, Ломоносовский, Гала, Памяти Лорха, Русский сувенир и др., и 7 сортов - для быстрой заморозки: Памяти Лорха, Памяти Рогачёва, Надежда, Спиридон, Фаворит, Фрителла, Зольский.

Впервые изучена проблема влияния механических повреждений клубней при уборке на качество картофеля в вакуумной упаковке и величину отходов при первичной переработке. Для её решения предложена прямоточная технология уборки с использованием комбайнов, оснащённых боковым подкопом,

применение комбинированного способа уборки по схемам 2+2 и 2+4 при широкорядных посадках (90 см), что позволяет осуществлять уборку на тяжёлосуглинистых почвах Центрального региона России в оптимальные сжатые сроки и снижает тем самым уровень механических повреждений клубней и отходы при первичной переработке на 3,0%.

Усовершенствован способ повышения всхожести, биометрических показателей и урожайности картофеля в последствии на 3,2-6,4 т/га (или на 9,9-19,0%) за счёт хранения семенных клубней в среде фитогормона этилена (15 мл/м³ при 4 °С), а также использование этилена (10 мл/м³ при 5-7 и 8-10 °С) для двукратного снижения пестицидной нагрузки по хлорпрофаму при хранении сырья для первичной переработки.

Теоретическая и практическая значимость работы:

- обоснование оптимальных доз минеральных удобрений при выращивании картофеля для вакуумной упаковки и быстрой заморозки в Центральном регионе России (для сравнения также в Средневолжском);
- ранжирование согласно своей значимости основных факторов, определяющих в период выращивания и хранения пригодность картофеля к изучаемым видам первичной переработки;
- специальные требования к сортам картофеля, пригодным к вакуумной упаковке и быстрой заморозке и перечень рекомендуемых сортов при выращивании их в Центральном регионе России;
- обоснование элементов технологи уборки картофеля на тяжёлосуглинистых почвах Центрального региона России, обеспечивающих её проведение в оптимальные сжатые сроки с минимальными механическими повреждениями клубней и отходами при первичной переработке;
- обоснование способа повышения урожайности картофеля на 9,9-19,0% за счёт хранения семенных клубней в среде фитогормона этилена по адаптированной к российским условиям технологии фирмы «Restrained», а также применение этилена для двукратного снижения пестицидной нагрузки по хлорпрофаму при хранении сырья для первичной переработки;

- внедрение усовершенствованных элементов технологии выращивания, уборки и хранения картофеля обеспечило получение дополнительной прибыли на предприятиях, занимающихся выращиванием и переработкой картофеля, в размере до 4,7 руб./кг при вакуумировании клубней и до 6,7 руб./кг при быстрой заморозке.

Методология и методы исследования

Определение фенологических фаз развития, биометрических показателей, урожайности, структуры урожая, лёжкости картофеля при длительном хранении с математической обработкой результатов исследований – согласно методике исследований по культуре картофеля [7] и методике полевого опыта [44]. Агрохимические показатели почвы, аналитические исследования по определению биохимических и потребительских показателей, механических повреждений клубней при уборке, отходов при механической очистке, пригодности сортов к вакуумной упаковке и быстрой заморозке проводили по ГОСТам (26213-91, 26204-91, Р54650-2011, 26483-85, 26212-91, 29270-95, 26832-86) и методическим указаниям по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению [162]. Производительность работы уборочных машин определяли по результатам хронометражных наблюдений.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Оптимальное соотношение величины и качества урожая картофеля (35-40 т/га с учётом биохимических показателей и устойчивости мякоти к потемнению), как сырья для вакуумной упаковки и быстрой заморозки, при выращивании на дерново-подзолистой супесчаной почве в условиях Центрального региона России обеспечивает внесение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{120}$, в условиях Средневолжского региона на чернозёме выщелоченном - $N_{60}P_{120}K_{120}$ (дозы указаны для среднеобеспеченных питательными элементами почв).

2. Наиболее значимые факторы, определяющие в период выращивания и хранения пригодность картофеля к вакуумной упаковке и быстрой заморозке: сорт, тип почвы, доза минеральных удобрений, метеоусловия вегетационного периода. При хранении сырья, предназначенного для быстрой заморозки, особое значение имеют также температура и срок переработки.

3. Требования к сортам картофеля, пригодным к вакуумированию и быстрой заморозке: содержание сухого вещества не ниже 20%; отходы при механической очистке не более 20% при сентябрьском сроке переработки; устойчивость мякоти клубней к потемнению не ниже 7 баллов через 15 дней хранения в вакуумной упаковке (или не ниже 6 баллов через 12 месяцев после быстрой заморозки); предпочтительный цвет мякоти – кремовый и жёлтый. Для быстрозамороженного картофеля лучшая форма клубня удлинённая с содержанием редуцирующих сахаров не более 0,3%. Наиболее подходящие для данных видов первичной переработки сорта: Лилея, Ломоносовский, Гала, Памяти Лорха, Русский сувенир, Фаворит, Фрителла.

4. Уборка картофеля на тяжёлосуглинистых почвах в оптимальные сжатые сроки по прямоточной технологии с использованием комбайнов, оснащённых боковым подкопом, и применения комбинированного способа уборки по схемам 2+2 и 2+4 при широкорядных посадках (90 см) снижает механические повреждения клубней и отходы при переработке на 3,0%.

5. Повышение всхожести, биометрических показателей и урожайности картофеля в последствии на 9,9-19,0% при хранении семенных клубней в среде фитогормона этилена (15 мл/м^3 при 4°C), а также использование этилена (10 мл/м^3 при $5-7$ и $8-10^\circ\text{C}$) для снижения пестицидной нагрузки по хлорпрофаму при хранении сырья для первичной переработки.

Достоверность результатов исследований. Для осуществления лабораторных и полевых исследований, а также при хранении картофеля, использовались современные приборы и установки. Результаты, полученные в ходе исследований, согласуются с результатами, опубликованными в независимых источниках по тематике исследований, и прошли широкую апробацию в печати, на телевидении, семинарах и на международных и всероссийских научно-практических конференциях.

Личный вклад диссертанта состоит в постановке проблемы, разработке и формулировании цели и задач исследований, определении направлений работы, непосредственном проведении полевых и лабораторных опытов, обобщении

полученных результатов и их статистической обработке. Работа выполнена автором лично и совместно с доктором технических наук, профессором К.А. Пшеченковым. Автор выражает К.А. Пшеченкову искреннюю благодарность и признательность за совместную творческую работу. Также автор выражает благодарность сотрудникам отдела агроэкологической оценки сортов и гибридов картофеля, в том числе лаборатории агрохимии и биохимии ФГБНУ ВНИИКХ за помощь и поддержку при подготовке и написании работы.

Апробация результатов. Основные положения и результаты исследований ежегодно докладывались на заседаниях Ученого Совета ФГБНУ ВНИИКХ, на научно-практических конференциях «Современная индустрия картофеля: состояние и перспективы развития», г. Чебоксары 2009-2018 гг. (Межрегиональная отраслевая выставка «Картофель»); на научно-практической конференции в МГУ им. М.В. Ломоносова на тему «Генетические и агротехнологические ресурсы повышения качества продовольственного и технического картофеля»; на Международной научно-практической конференции «Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы» (ФГБНУ ВНИИРАЭ, 28.09.2018 г., приложение Р); на научно-практической конференции «Современные технологии производства, хранения и переработки картофеля» (ФГБНУ ВНИИКХ, 02.08.2017 г.); на парламентских слушаниях 21.03.2017 г. в комитете Государственной Думы Российской Федерации по аграрным вопросам по теме «Законодательное обеспечение развития переработки сельскохозяйственной продукции»; на федеральных каналах: 1-й Канал, «Наука 2.0», ТВЦ, НТВ.

Автор работы награждён дипломом РАСХН за лучшую завершённую научную разработку 2013 г; почётной грамотой главы муниципального образования Люберецкого муниципального района Московской области В.П. Ружицкого за многолетний добросовестный труд и значительный вклад в развитие отрасли картофелеводства (приложение П).

Реализация результатов исследований. Основные результаты, полученные в ходе проведения исследований в период 2008-2018 гг., были реализованы и

внедрены в производство в АО «Озёры» Озёрского района Московской области при выращивании картофеля на площади 200 га и хранении в объёмах 4-6 тыс. тонн. Кроме того, опытно-производственные испытания усовершенствованных элементов технологий проводились в двух хозяйствах Московской области: ООО «Таширово» (Наро-Фоминский район) и ООО «Сонида» (приложения С, Т, У).

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в печати в 53 научных работах, из них 31 статья в журналах, включенных в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней доктора и кандидата наук» ВАК РФ, 1 публикация в иностранной печати на английском языке. Общий объём публикаций составил 26,5 п.л., из них лично соискателю принадлежит 18,2 п.л.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 8 глав, заключения, рекомендаций производству, списка литературы из 385 наименований, в том числе 132 на иностранных языках и 18 приложений, изложена на 284 страницах, включает 39 таблиц и 50 рисунков.

Глава 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1 Технология возделывания картофеля в Центральном регионе России

Введение картофеля в культуру было начато в Южной Америке примерно 7-9 тысяч лет назад на территории современной Боливии [339]. В Европу картофель впервые был завезён в середине XVI века и первое свидетельство употребления его в пищу относится к Испании и датируется в 1573 годом [119]. Появление картофеля в России связывают с именем Петра I, который в конце XVII века прислал в столицу мешок клубней из Голландии. В 1758 году Петербургская академия наук опубликовала статью «О разведении земляных яблок» - первую в России научную статью о возделывании картофеля. Немногом позже (в 1770 г.) А.Т. Болотов публикует статью «Примечания о картофеле», а к 1787 г. им опубликовано уже 9 статей, которые содержат рекомендации по выращиванию и употреблению в пищу этой культуры [17]. Несмотря на первоначальные трудности, к концу XIX века в России под картофелем было занято уже более 1,5 млн га, а к началу XX века эта культура уже считалась в России «вторым хлебом», то есть стала одним из основных продуктов питания [12, 30, 250].

Технология возделывания картофеля зависит от типа почвы, сорта, назначения картофеля, наличия орошения, конструкции применяемых машин, орудий и др. Независимо от указанных факторов любая технология включает следующие виды работ – осеннюю и предпосадочную подготовку почвы, подготовку семенного материала, внесение удобрений, посадку, междурядную обработку, защиту растений от болезней и вредителей, уборку с закладкой картофеля в хранилище и хранение. Отдельный блок представляет орошение как средство получения высоких и стабильных урожаев независимо от погодных условий в период роста и развития растений [142, 152, 180, 238, 365].

Технология и организация посадочных работ должны обеспечивать посадку в сжатые оптимальные агротехнические сроки, продолжительность которых не

должна превышать 10-12 дней (особенно это касается более засушливых регионов России, где ранние сроки посадки позволяют картофелю использовать запасы весенней влаги) [183, 180, 176, 182].

Эффективность возделывания картофеля определяют три основных фактора: урожайность культуры, качество продукции - выход товарной фракции с параметрами, учитывающими конкретное назначение продукции, и затраты на производство [85, 219]. Наиболее распространенными в Центральном регионе России являются следующие технологии выращивания картофеля: традиционная (Заворовская), западноевропейская (Голландская), широкорядная и «Гриммовская» [13, 20, 21, 45, 49, 161, 191, 202] (таблица 1).

Таблица 1 - Особенности технологий возделывания картофеля

№ п/п	Технология	Ширина междурядий, см	Гранулометрический состав почв	Способ борьбы с сорняками
1	Традиционная (Заворовская)	70	супесчаные и лёгкие суглинки	механический
2	Западноевропейская (Голландская)	75	средние и тяжёлые суглинки	химический
3	Широкорядная	90	тяжёлые суглинки	механический и химический
4	Гриммовская	140	тяжёлые суглинки	химический

Разнообразие существующих технологий возделывания картофеля позволяют в сложных почвенно-климатических условиях Российской Федерации увеличить урожайность, минимизировать потери и повреждения продукции [70].

С подготовкой почвы взаимосвязан и выбор способа внесения минеральных удобрений – вразброс и локально - сажалкой при посадке или в гребни при предпосадочной нарезке. Учитывая высокую стоимость комплексных минеральных удобрений (нитрофоска, диаммофоска и др.) предпочтение следует отдавать локальному внесению, поскольку для выращивания равного урожая вразброс вносят от 800 до 1000 кг/га в физическом весе, локально - 400-450 кг/га т.е. в два раза меньше [180].

Особую роль в комплексе факторов, определяющих продуктивность и качество картофеля, играет размещение его в специализированных севооборотах, включающих занятые сидеральные пары, обеспечивающее на 40-50% повышение

производства этой ценной продовольственной культуры. К числу лучших предшественников для картофеля относятся озимые зерновые и зернобобовые. [93, 95, 180, 238].

После уборки предшествующей культуры в регионах с недостаточным увлажнением под картофель рекомендуется полупаровая отвальная зябь.

Органические удобрения вносят только под зябь из расчёта 30-40 т/га и более. В качестве альтернативного источника органического вещества используют рапс, редьку масличную, донник в поукосных посевах как сидеральные культуры, запахивают измельченную солому [238].

Густота посадки клубней на товарных участках 45-55, на семенных - 60-65 тыс. шт./га; глубина заделки от 6-8 см на тяжёлых суглинках, до 10-12 см на лёгких.

При химической борьбе с сорняками (голландская технология) используют гербициды зенкор, титус и т.п. Для борьбы с колорадским жуком предпочтительны биологические препараты: биотоксибациллин, боверин, фитоверм и др. (из химических - регент, конфидор и т.п.). В борьбе с фитофторозом обрабатывают фунгицидами системного действия: ридомил голд, акробат МЦ и др. Всего проводится 3-5 химических обработок [34, 238].

Орошение – высокоэффективный приём в общей технологии производства картофеля. Затраты на его выполнение полностью окупаются значительной прибавкой урожая и улучшением его качества (выше товарность; ниже поражение болезнями и вредителями, а также физиологические дефекты) [149, 145, 147].

Перед уборкой проводится скашивание или химическое уничтожение ботвы картофеля. Применение десикации предотвращает заражение клубней фитофторозом, вирусными, бактериальными болезнями.

Ещё на заре разработки технологии возделывания картофеля в опытах А.Г. Лорха по динамике накопления урожая с раннеспелым сортом Эпикур [100] было установлено, что в случае задержки с уборкой созревшие клубни с 20 августа по 20 октября, находясь в почве, потеряли 7,62% первоначального веса.

В первую очередь убирают ранний картофель, затем семенной [46]. Уборка продовольственного картофеля в условиях Центрального региона России должна

быть закончена к середине сентября при температуре почвы не ниже $+8^{\circ}\text{C}$ и влажности 15-22% до наступления затяжных осенних дождей. При высокой влажности почвы (что особенно характерно в этот период для тяжёлых суглинков) клубни имеют повышенный тургор, и мякоть под воздействием механических нагрузок трескается, образуются вырывы и потемнения. Если уборка затягивается до наступления заморозков, травмируемость клубней возрастает ещё сильнее, так как при этом мякоть находится в напряжённом состоянии и теряет эластичность (особенно в случае высокого содержания сухого вещества). Зачастую при таких неблагоприятных условиях часть урожая оказывается неубранной, а клубни, заложенные на хранение с запазданием, имеют плохую лёжку, высокий процент механических повреждений и, как следствие, низкую пригодность для промпереработки вообще и для вакуумной упаковки и быстрой заморозки в особенности [22, 23, 28, 333].

Различают три технологии закладки картофеля на хранение - поточную, перевалочную и прямоточную, каждая из которых определяет соответствующий уровень механических повреждений клубней (таблица 2) [153].

Таблица 2 - Механические повреждения клубней в зависимости от технологии закладки на хранение, % [187]

Виды повреждений	Технология		
	поточная	перевалочная	прямоточная
Обдир кожуры до $\frac{1}{2}$ поверхности клубня	16,5	6,9	5,5
Обдир кожуры более $\frac{1}{2}$ поверхности клубня	22,6	5,7	4,6
Трещины, вырывы и порезы мякоти клубней	9,3	6,8	2,9
Потемнение мякоти размером и глубиной более 5 мм от ударов	18,0	11,9	7,2
ИТОГО повреждений	66,4	31,3	20,2
Общие потери за 8 месяцев хранения, %	32,2	18,7	8,3
Отходы при очистке клубней, %	26,0-28,0	20,0-22,0	13,0-15,0

Поточная – картофель, убраный комбайном или копателем, поступает на сортировальный пункт для отделения примесей и калибрования на фракции с последующей закладкой на хранение. По сравнению с другими технологиями при этой клубням наносится наибольшее количество и видов механических повреждений. Поэтому её следует применять лишь в случае осенней реализации картофеля или когда убираемый комбайном картофель поступает с поля с примесью почвы более 25-30% и с растительными остатками, а также, возможно, в случае, когда клубни полностью вызрели, с окрепшей кожурой и не поражены болезнями.

Перевалочная – клубни перед закладкой на хранение или сортированием на пункте выдерживают во временных буртах. Её применение обязательно при значительном поражении клубней удущьем, фитофторозом, мокрой гнилью или если уборка проводится в холодную и дождливую погоду, особенно комбайнами на тяжелых почвах.

Прямоточная – поступающий с поля картофель сразу закладывается на хранение без осеннего сортирования. При этом допускается примесь почвы в ворохе в основном в виде комков до 15-20%. При большем содержании или наличии растительных примесей и остатков ботвы, а также больных клубней, их отделение совмещают с загрузкой в хранилище на линии, собираемой, например, из агрегатов передвижного сортировального пункта КСП-15В.

Из данных таблицы 2 следует, что при отсутствии осенней реализации картофель в хозяйстве следует закладывать на хранение по прямоточной технологии, а в экстремальных условиях по перевалочной. При поточной, кроме общего высокого уровня механических повреждений клубней, значительно возрастает процент потемнения мякоти от ударов, что приводит к повышенным отходам при очистке клубней – в два раза выше в связи с общим снижением качества картофеля по сравнению с прямоточной технологией [172, 152, 335].

По данным Коршунова А.В. [90] устойчивость картофеля к механическим повреждениям в определённой мере можно регулировать и с помощью удобрений. Нередко, вместе со стремлением получить высокие урожаи, особенно за счёт применения чрезмерно высоких доз азота, в момент уборки клубни

оказываются физиологически незрелыми. Это ведёт не только к ухудшению вкуса, крахмалистости, повышению нитратов, ухудшению сохранности, но и к значительным повреждениям клубней рабочими органами машин. Так, в опытах на дерново-подзолистой супесчаной почве Центрального региона России при орошении под действием N_{150} прочностные свойства клубней ухудшались: существенно уменьшалась прочность соединения кожицы с мякотью и коэффициент упругости, увеличилась глубина прокола и число клубней с потемнением мякоти. Действие фосфора в той же дозе противоположно азоту: прочность клубней повышалась. Менее отчётливо проявилось действие калия, несколько уменьшилась прочность соединения кожицы с мякотью; коэффициент упругости и глубина прокола изменялись незначительно, в то же время резко возрастала устойчивость клубней к потемнению мякоти. Внесение полного минерального удобрения в дозе $N_{120}P_{120}K_{180}$ по сравнению с неудобренным вариантом несколько ослабляло устойчивость клубней к механическим повреждениям, потемнение же мякоти несколько уменьшалось.

При увеличении в составе полного минерального удобрения доз азота, фосфора или калия их влияние на физико-механические свойства клубней остаётся аналогичным их отдельному действию. Было установлено, что процент клубней с потемнением мякоти на фоне без удобрений - 40%; N_{150} - 52%; P_{150} - 36%; K_{225} - 16%; $N_{120}P_{120}K_{180}$ - 30%; $N_{150}P_{150}K_{225}$ - 24%; $N_{150}P_{150}K_{270}$ - 18%; $N_{150}P_{180}K_{270}$ - 12%; $N_{180}P_{180}K_{270}$ - 20%. На дерново-подзолистой хорошо окультуренной почве при орошении с целью получения наибольшего урожая, сочетающего лучшие показатели качества, в том числе по устойчивости к механическим повреждениям, под картофель оптимальным сочетанием минеральных удобрений является $N_{150}P_{150-180}K_{180-225}$ кг действующего вещества на га (или соотношение $N:P:K = 1 : 1-1,2 : 1,2-1,5$) [90].

Основные требования при уборке картофеля комбайнами: потери не более 5% (клубни массой менее 15 г в потери не включаются), повреждение клубней - не более 5% при подборе валков и 10% при выкапывании и погрузке в транспортное средство [50, 146, 148, 238].

В бывшем Советском Союзе, наряду с прямым комбайнированием, широко применялся комбинированный способ по схеме 2+2 и 2+4, существенно ускоряющий производительность уборочного процесса. Для комбинированного способа был разработан и выпускался универсальный копатель-валкоукладчик УКВ-2. Отличительной особенностью его было наличие активного ботвоудаляющего устройства. Ботва и растительные остатки укладывались за копателем, а чистые клубни подавались в междурядья двух неубранных рядков. Копатель обладал высокой сепарирующей способностью, что обеспечивало подачу клубней в валок практически без примесей почвы. Убирали комбинированные валки с шириной междурядий 70 см двухрядным комбайном ККУ-2А, оборудованным сплошным лемехом. В настоящее время комбинированный способ уборки широко применяется за рубежом, особенно, в США, как по схеме 2+2 и 2+4, так и по широкозахватным схемам, когда за один проход комбайн убирает 8, 12 и даже 16 рядков [127, 180, 181]. Для этих схем уборки предъявляются строгие требования к соблюдению заданной ширины стыковки междурядий. Эти требования легко соблюдаются при шестирядной посадке или при посадке по предварительно нарезанным гребням безстыковым способом.

По приведённым данным видно, что в целом технологии возделывания картофеля в Центральном регионе России разработаны достаточно подробно. Однако, применительно к специфике производства сырья для вакуумной упаковки и быстрой заморозки с учётом особых требований к устойчивости мякоти клубней к потемнению имеющаяся в литературных источниках информация весьма ограничена. Недостаточно сведений и касательно влияния технологии и способов уборки картофеля с различной шириной междурядий на производительность уборочного процесса, сроки завершения уборки и, как следствие, повреждаемость клубней и отход при переработке. В этой связи дальнейшее изучение и совершенствование элементов технологии выращивания и уборки картофеля (в особенности на тяжёлосуглинистых почвах, широко распространённых в Центральном регионе России, уборка на которых бывает часто затруднена в силу метеорологических условий), представляется актуальным и востребованным.

1.2 Урожайность картофеля и биохимические показатели клубней в зависимости от погодных условий, сортовых особенностей, влагообеспеченности, типа почвы и фона минерального питания

Картофелеводство в России является одной из основных отраслей сельского хозяйства, однако урожайность этой культуры по стране в целом невелика и обусловлено это в значительной степени структурой производства картофеля – основные его объёмы до сих пор выращиваются в частном секторе у населения, а значит, зачастую без применения удобрений, средств защиты, орошения и т.д. Прогнозируемые показатели средней урожайности картофеля в ближайшей перспективе в СХО, применяющих современные технологии, могут стабилизироваться на уровне 25-26 т/га [55].

Влияние метеоусловий вегетационного периода и сортовых особенностей на урожайность картофеля

Среди факторов, определяющих колебания урожаев картофеля (при одинаковых условиях культуры земледелия), решающую роль играет количество осадков и распределение их во времени.. По данным Лорха А.Г., Жоровина Н.А., Коршунова А.В., Федотовой Л.С. [56, 90, 101, 230], ассимиляционная деятельность растений почти прекращается при продолжительной температуре выше 30 °С и вместо ассимиляции может происходить усиление интенсивности дыхания. Значительное влияние температура оказывает на число завязавшихся клубней (с повышением температуры увеличивается их число, но размер уменьшается).

Картофельное растение требовательно к хорошему водоснабжению на всём протяжении вегетации, причём особенно во второй её половине [51, 52, 63]. Критическим периодом в потребности к воде у картофеля считается конец бутонизации - начало цветения [18, 147, 164]. Недостаток влаги перед цветением не компенсируется поздним влажным периодом [380]. Дожди мая и июня определяют число клубней, а дожди июля и августа - вес клубней [74, 109, 238].

Для оценки влагообеспеченности региона можно использовать гидротермический коэффициент (отношение количества осадков к сумме температур выше 10 °С за определённый период). $ГТК \leq 0,8$ в период клубнеобразования приводит к снижению урожая картофеля. При более высоких значениях ГТК урожай повышается, но лишь до определённого уровня – 2,5 для позднеспелых сортов и 3 - для ранних. Переувлажнение почвы для ранних сортов менее опасно в виду более поверхностной корневой системы, столонов и клубней [56].

Установлено, что для формирования высокого урожая картофеля необходимо следующее количество осадков: на супесях в июне 85 мм, июле 150 мм, августе 115 мм, за всё лето 370 мм; на суглинках соответственно 70 мм, 120 мм, 90 мм и за всё лето 300 мм. В мае на период до появления всходов и в сентябре до отмирания ботвы достаточно 20 мм естественных осадков [100]. Обложные дожди лучше используются растениями, чем ливневые. При выпадении 20-30 мм (или 200-300 м³/га) на суглинках почва сильно сплывается, ухудшается аэрация, вода размывает борозды; на супесях излишек влаги вымывает легкорастворимые и потому наиболее доступные для растений азотистые соединения. В результате таких обильных осадков или поливов урожай снижается.

В годы с резкими колебаниями погоды урожаи бывают обычно ниже, однако, в таких случаях большое значение имеет тип почвы. Почвы буферные, сглаживающие резкие колебания погоды, как правило, обеспечивают более высокий урожай. Так, например, на чернозёмах влияние сильного дождя сказывается в течение 8-10 дней, а последствие его - в течение месяца. На суглинках влияние увлажнения почвы на прирост урожая продолжается 5-8 дней, а на супесях лишь 3-5 дней [100].

По наблюдениям Давыденковой О.Н. [40] в 2002 году на дерново-подзолистой супесчаной почве ЭБ «Коренёво» растения проходили фазу клубнеобразования в засушливых условиях (дефицит влаги в фазе бутонизация – цветение одновременно при высокой температуре воздуха и почвы). Это привело

к снижению урожайности исследуемых сортов в 3-5 раз по сравнению с более благоприятным по погодным условиям 2000 годом.

Рост и развитие растений, урожайность, биохимические показатели клубней в зависимости от сортовых особенностей и погодных условий изучались при выращивании картофеля в тех же почвенных условиях и в последующие годы [114, 120, 109, 197, 198].

Так, вегетационный период в 2005 и 2007 гг. был тёплыми и засушливыми, причём в 2005 г. дефицит влаги приходился на вторую половину вегетации, а в 2007 г. на первую. Вегетационный период 2006 г., напротив, был умеренно тёплый и влажный (особенно в июле, когда растения картофеля находились в критической по потребности во влаге фазе развития). Как показали исследования, такая разница по погодным условиям 2005-2007 гг. существенно отразилась не только на количественных, но и на качественных показателях продуктивности картофеля. В благоприятном для роста и развития 2006 году растения большинства изучаемых сортов - Удача (ранний), Ильинский (среднеранний), Никулинский, Сатурна (среднепоздние) и Леди Розетта (позднеспелый), не смотря на различие в группе спелости, проходили фенофазы с минимальным разрывом во времени – 1-3 дня (рисунок 1).

В 2005 г., напротив, разница в прохождении фенофаз этими сортами была максимальной и составляла до 10 дней. Это свидетельствует о том, что при недостатке влаги во второй половине вегетации сорта более поздних групп спелости (например, Сатурна) оказались в менее выгодном положении по сравнению с ранним сортом Удача.

В 2007 г. вышеуказанные сорта проходили фенофазы с разрывом в 5-7 дней, но на 5-10 дней позже, чем в 2005 и на 10-15 дней позже, чем в 2006 году. То есть недостаток влаги в первой половине вегетации «сдвигал»хождение фенофаз на более поздний срок по всем сортам, что негативно отразилось как на урожае, так и его структуре [109].

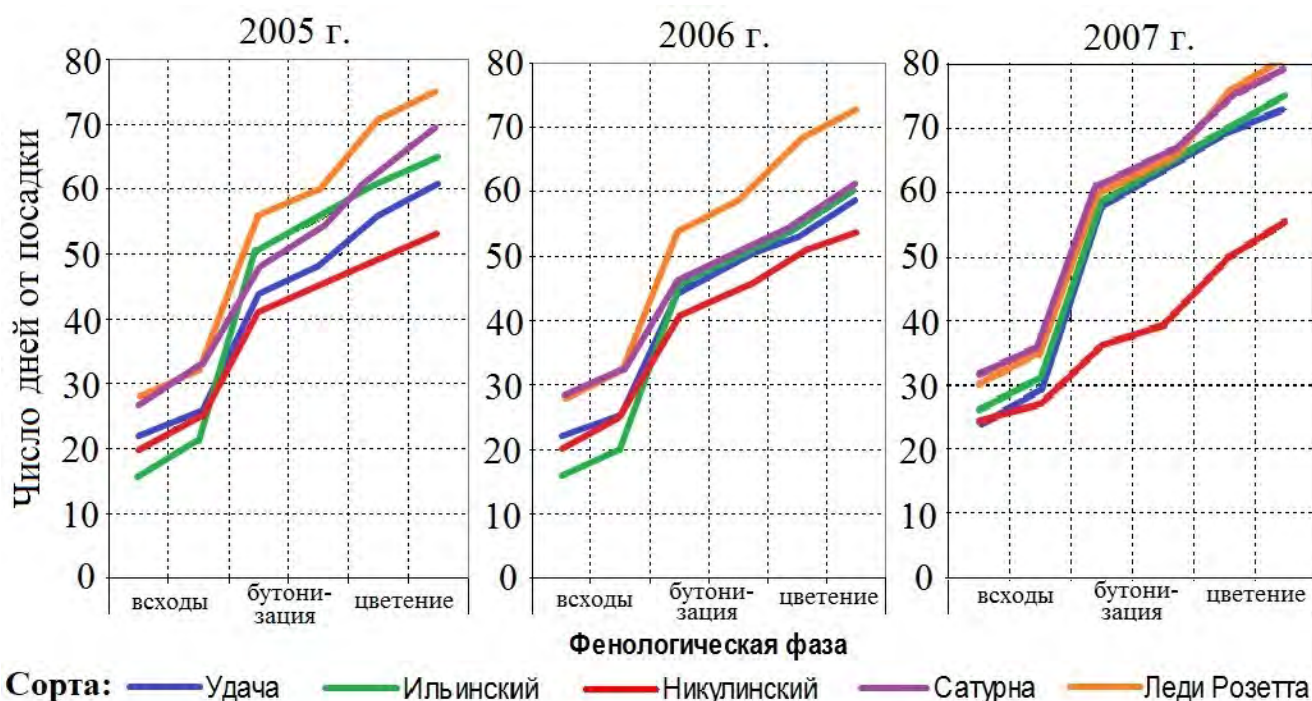


Рисунок 1. Прохождение растениями картофеля фенологических фаз развития в зависимости от сортовых особенностей и года выращивания (почва дерново-подзолистая супесчаная, Люберецкий район, Московская область) [109]

Урожайность и биохимические показатели клубней в зависимости от условий выращивания и типа почвы

Одним из определяющих факторов конкурентоспособности и целевого использования сорта картофеля является его качество, которое обусловлено наличием и соотношением в клубнях химических компонентов. В этой связи в последние годы в России и за рубежом проводится селекция картофеля на качественные показатели. Известно, что биохимический состав клубней картофеля, наряду с высокой генотипической обусловленностью, в значительной степени зависит от условий выращивания, поэтому селекция предусматривает создание генотипов не только с высокими качественными показателями, но и их стабильностью. Наиболее экологически устойчивым показателем является содержание в клубнях крахмала, коэффициент вариации которого по данным Шаниной Е.П., [244] составляет 1,5-17,9% в зависимости от сорта. Средняя степень варьирования характерна для протеина (2,0-22,2%) и витамина С (9,7-

31,7%). В зависимости от условий выращивания значительно изменяется накопление нитратов (27,1-87,2%). Содержание аминокислот в клубнях картофеля зависит от генотипа, но существенно изменяется в зависимости от уровня протеина, витамина «С», в отдельных случаях сахара и крахмала. При положительной корреляционной зависимости между содержанием витамина «С» и аминокислотой триптофаном, выявлено значительное увеличение ее в клубнях картофеля с синей мякотью, что оказывает положительное влияние на здоровье человека. Исследования по корреляционной зависимости урожайности и крахмалистости показали, что данные признаки могут по-разному сочетаться в гибридных комбинациях. Значения коэффициентов корреляции варьировали от среднеотрицательных ($r = - 0,507$) до среднеположительных ($r = +0,625$) [239, 240, 245, 246].

Отличительной особенностью картофеля среди прочих сельскохозяйственных культур является его пластичность [128, 194]. По данным НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству данная культура может давать высокие урожаи при выращивании на различных типах почвы - как на тяжёлых связных суглинках и рыхлых песках, так и торфяно-болотных (от верховых, закисленных, слабо разложившихся торфяников до низинных с высоким содержанием гумуса). При этом картофель наиболее требователен к рыхлым плодородным почвам. Чем меньше плотность почвы в пахатном слое и, особенно в зоне клубнеобразования, тем выше урожай. Поэтому главным при выращивании высокого урожая картофеля является не тип почвы, а уровень её окультуренности, содержание в ней гумуса, -макро и микроэлементов [229]. Супесчаные и песчаные почвы при внесении органических удобрений и оптимальной влажности формируют высокие урожаи с хорошими вкусовыми качествами клубней. Тяжёлые суглинистые и глинистые почвы сильно уплотняются при многократных обработках и малопригодны для картофеля. Оптимальная плотность чернозёмных почв для картофеля $0,9-1,1 \text{ г/см}^3$ [186, 180, 181, 178, 170, 238].

Крахмал

При высокой урожайности в клубнях может наблюдаться низкое содержание сухого вещества и крахмала. Значения соответствующих показателей могут существенно колебаться в зависимости от погодных условий и сорта картофеля [56, 138, 201, 230, 235, 247, 249, 252, 253, 273, 279]. Существует зависимость между урожаем клубней, их крахмалистостью и выходом крахмала с 1 га. Крахмалистость клубней определенного сорта картофеля по годам меньше изменяется, чем урожайность, при этом выход крахмала с единицы площади зависит в основном от урожайности, а не крахмалистости картофеля. Это объясняется различным влиянием водного режима в течение вегетационного периода на рост клубней и накопление в них крахмала. В длительно засушливых условиях получают меньший урожай картофеля с более высоким содержанием крахмала и наоборот.

К основным причинам изменения содержания крахмала в клубнях относят: удлинение вегетационного периода, вызванное, например, внесением удобрений, что приводит к более позднему пересечению кривых нарастания массы ботвы и клубней; «простои» растений по причине засухи [209, 210, 211, 135]; внутренние физиолого-биохимические изменения, связанные с изменением оводнённости тканей клубней из-за избытка калия и хлора [150, 258]. Некоторые авторы отмечают взаимосвязь крахмалистости клубней с их величиной [305, 306]. По их данным, у сортов, характеризующихся клубнями среднего размера, содержание крахмала выше (та же закономерность наблюдается и в пределах сорта). При этом потенциал биохимического качества сорта определён генетически [212].

По данным ряда авторов, позднеспелые сорта в связи с более продолжительным периодом фотосинтеза характеризуются обычно более высокой крахмалистостью клубней [6]. Однако по данным других авторов [224, 141] достоверная корреляция между этими признаками не установлена. Имеются сведения [201, 202], что зависимость между крахмалистостью и скороспелостью проявляется только в тех районах, где сорта различных сроков созревания способны достичь полного вызревания. Количество крахмала может изменяться под

влиянием метеоусловий до 10 %. Причём больше крахмала накапливается в сухую и солнечную погоду, а в дождливую и холодную меньше [54, 101, 104, 143, 212].

Существенное влияние на накопление сухого вещества и крахмала в клубнях по утверждениям ряда авторов [79, 306] оказывает географический район возделывания картофеля в силу специфики его почвенно-климатических условий. Различие в содержании крахмала в зависимости от типа почвы может достигать 2-3% и более. Лучшими являются легкосуглинистые почвы, которые полнее обеспечивают корни и молодые клубни кислородом воздуха и влагой, обладают достаточной ёмкостью поглощения и умеренным температурным режимом.

По оценке Шаниной Е.П., урожайность картофеля на 32,0% определяется уровнем минерального питания, на 30,2% – генотипом и на 11,3% – влиянием условий выращивания [241, 243]. В отношении генотипа отмечена положительная корреляция между урожайностью и числом клубней ($r = +0,27-0,838$), что доказывает возможность сочетания высокой продуктивности и многоклубневости [244].

По данным Арнаутова В. В. [14, 15] удобрения и вообще высокая агротехника в значительной мере изменяют продуктивность работы ассимиляционного аппарата растений, урожай клубней при этом повышается. Так, в вариантах с удобрением наступление фаз бутонизации и цветения отмечено на 2-3 дня, а естественного отмирания ботвы - на 3-4 дня позже, чем на фоне без удобрений [71]. Это свидетельствует о более длительной работе надземной массы растений на удобренных делянках, чем на неудобренных. Большое влияние оказывают удобрения и на накопление крахмала в клубнях. При сбалансированном применении минеральных и органических удобрений можно либо избежать, либо свести до минимума снижение крахмала в клубнях [73, 232, 292].

По имеющимся литературным данным [258] избыточное внесение азотных удобрений отрицательно сказывается на крахмалонакоплении, особенно при возделывании позднеспелых сортов, так как при этом удлиняется срок их вегетации [86, 90]. В отличие от азотных удобрений, фосфорные и калийные бесхлорные удобрения, ускоряя созревание клубней, увеличивают накопление крахмала, также положительно влияют кальций, магний, сера, микроэлементы.

Отзывчивость картофеля на свежавнесённый фосфор даже в случае больших концентраций его в почве отмечают ряд авторов [5, 90, 213, 300].

Для условий средней полосы России большинство исследователей принимают транспирационный коэффициент картофеля (количество воды, затрачиваемое растением на единицу сухого вещества), близкий к 400. В зависимости от гранулометрического состава почвы - 333-534 на суглинках и 523-614 на супеси. Таким образом, на суглинках не только валовой урожай, но и урожай сухого вещества использует относительно меньше воды, чем на супесях [99, 145, 147].

В жаркие дни лета оросительные поливы за счёт испарения воды с поверхности почвы способствуют снижению как температуры почвы, так и приземного слоя воздуха [100, 149]. По данным Ульяновской картофельной опытной станции орошение приводит к снижению температуры почвы на 3-4 °С [63]. При длительной жаркой погоде охлаждающие поливы должны производиться небольшими порциями, но чаще [126].

Одним из важнейших вопросов водного режима растений является испарение воды - транспирация, сокращение которой часто связывается с повышением урожайности [4, 215]. В исследованиях, проведённых на базе ТСХА в 1966 г. [86], было установлено, что удобрения повлияли на гидратацию коллоидов, увеличив при этом содержание связанной воды (в 2 раза на фоне $P_{75}K_{60}$ по сравнению с контролем) и уменьшив количество свободной воды в листьях, что снизило интенсивность транспирации на удобренных вариантах в 1,5-3 раза. Кроме того повышенный расход воды на неудобренном фоне обусловлен ещё и большим количеством корней на единицу листьев и ботвы как по объёму, так и по их поглощающей поверхности, а также большим на 10-30% числом устьиц с нижней стороны листьев.

По данным Пшеченкова К.А., Седовой В.И., Шабанова А.Э. [164] при выращивании картофеля на дерново-подзолистой супесчаной почве Московской области, трёхкратный полив в дозах 300-350 м³/га в июле 2007 года, характеризующемся недостатком влаги в первой половине вегетации, привёл не

только к увеличению биометрических показателей и урожайности растений, но и повышению содержания сухого вещества и крахмала в клубнях в зависимости от сорта на 0,7-6,0%.

Сахара

Другим важным биохимическим показателем клубней, определяющим в первую очередь их пригодность к переработке на обжаренные картофелепродукты, является содержание редуцирующих сахаров (глюкоза и фруктоза). Общее содержание сахаров, помимо редуцирующих, включает ещё и сахарозу.

В опытах, проведённых в ФРГ в 1970х гг. было установлено, что в годы с холодным и дождливым вегетационным периодом содержание сахаров в клубнях (в том числе редуцирующих) значительно выше, чем с тёплым и сухим [151, 364].

В работах других авторов [200] отмечается, что дефицит влаги во время роста клубней может приводить к резкому увеличению содержания редуцирующих сахаров в клубнях.

Содержание сахаров в целом и редуцирующих сахаров в частности для каждого сорта запрограммировано генетически, но может меняться в определённом диапазоне в зависимости от условий выращивания и хранения [291].

В экспериментах по определению влияния фона минерального питания на накопление в клубнях крахмала и сахаров, проведённых на базе ФГБНУ ВНИИКХ [90] во все сроки определения вегетации растений отношение крахмал / сахара было большим для клубней с вариантов: без удобрений и с внесением фосфора и, наоборот, самые низкие значения получены для вариантов навоз + $N_{50}P_{75}K_{60}$, $N_{50}P_{75}K_{60}$ и N_{50} . При этом отношение сахароза / моносахара находилось в обратном порядке. Более высокое отношение сахароза / моносахара и низкое крахмал / сахара свидетельствует о незрелости клубней в момент уборки, о повышенных ростовых процессах в них. Фосфорные удобрения способствуют сокращению моносахаридов, что повышает качество картофеля [138].

Содержание нитратов в клубнях картофеля

Для здоровья людей и животных значительную опасность представляют нитраты, из которых в желудочно-кишечном тракте теплокровных животных и человека образуются нитриты. Именно нитриты, а также вторичные амины и нитрозамины вызывают заболевания у людей и животных вследствие образования в крови метгемоглобина, который особенно опасен для детей. Установлено также, что образующиеся при участии нитритов нитрозамины обладают выраженными канцерогенными, мутагенными и эмбриотоксическими свойствами [90, 92].

Белок

По данным Церлинг В. В. [237] при увеличении в клубнях содержания нитратов ухудшается биологическая ценность белка, образуется значительное количество нежелательных аминокислот, ненужных высокоактивных ферментов, снижается содержание калия и магния. На дерново-подзолистой суглинистой почве на богаре превышение доз удобрений свыше 100 кг по азоту является нецелесообразным [90]. Под действием калийных удобрений содержание белка в клубнях картофеля снижается или существенно не меняется. Причем калийные удобрения улучшают биологическую ценность белков картофеля, т. к. снижают содержание редуцирующих сахаров [97].

Несмотря на вышеприведённую информацию, вопрос о том, какими должны быть дозы минеральных удобрений на среднеобеспеченных питательными элементами почвах для достижения оптимального роста, развития и накопления растениями урожая, в сочетании с высокими показателями пригодности клубней к переработке на такие виды продуктов, как вакуумная упаковка и быстрая заморозка, до сих пор остаётся открытым. Неясно, какими ещё методами, исключая использование повышенных доз минеральных удобрений, можно увеличить урожайность картофеля без снижения выхода товарных клубней и без ущерба для их биохимических и потребительских показателей и как на это влияет применение орошения. В открытых источниках мало информации по пригодности современных сортов картофеля к данным видам промышленной переработки с учётом их морфологических, биохимических и потребительских показателей.

1.3 Потребительские и кулинарные качества картофеля в зависимости от условий выращивания

Применительно к культуре картофеля под потребительскими показателями обычно понимают устойчивость мякоти сырых и варёных клубней к потемнению, а под кулинарными качествами ещё и консистенцию, рассыпчатость, мучнистость, водянистость, вкус и аромат [16, 155, 162, 385].

Очищенный картофель весьма чувствителен к ферментативному потемнению, начало которого фактически лимитирует максимальный срок хранения продукта. При потемнении сырого картофеля сначала появляется красно-коричневое, затем коричнево-серое окрашивание [299]. В основе этого процесса лежит нарушение принципа компартментализации клеток, согласно которого биохимические процессы в клетке локализованы в определённых отсеках со своим значением pH и набором ферментов [2, 133, 256, 331]. Это позволяет клетке выполнять разные метаболические процессы одновременно [321, 322]. При очистке клубней на поверхности среза происходит нарушение компартментализации клеток и тем самым создаются благоприятные условия для взаимодействия легкоокисляющихся веществ (фенолов, главным образом тирозина) с кислородом воздуха при катализирующем действии окислительных ферментов (главным образом полифенолоксидазы) до хинонов и их последующей конденсации до тёмноокрашенного пигмента, именуемого «меланин», который ухудшает внешний вид и другие качества продукта [165, 256, 266, 277, 289, 320, 322, 334, 348, 351, 355, 374]. Установлено, что интенсивность потемнения мякоти при повреждении сначала максимальная, затем замедляется, затем падает до нуля. Это соответствует скорости инактивации фермента и характеру снижения содержания субстрата в повреждённых тканях [379, 350]. Кроме того, фенольные соединения могут быть вовлечены и в неферментативные реакции с металлами, такими как железо, также приводящие к накоплению окрашенных комплексов [110, 321, 331, 332].

Известно также, что многие болезни картофеля усиливают потемнение очищенных клубней. Причины этого во многом ещё не выяснены, но при повышенном содержании некоторых кислот (особенно аскорбиновой) клубни темнеют меньше [90].

Варёные клубни на воздухе также темнеют. Это происходит вследствие окисления их поверхности с образованием тёмноокрашенных соединений комплекса трёхвалентного железа и орто-дигидрофенола, представленного главным образом хлорогеновой кислотой, которая в сырых клубнях находится в связанном состоянии, но во время их варки при температуре 80 °С высвобождается, что резко ухудшает потребительские качества картофеля [196].

Ряд авторов [27, 29] связывает интенсивность потемнения варёных клубней с сортовыми особенностями картофеля и отмечает её зависимость от метеорологических условий вегетационного периода. Например, в опыте Жоровина Н.А. [56] клубни, выращенные в более дождливые годы, после варки темнели значительно интенсивнее.

Изменение физико-химических свойств клубней при варке обусловлено ферментативным гидролизом протопектина с образованием растворимого в воде пектина. Этим объясняется размягчение картофеля в процессе варки. Пектиновые вещества, обладая большой гидрофильностью, способностью к набуханию и коллоидным характером растворов, играют важную роль в качестве регуляторов водного обмена в растениях, а в продуктах после варки - в формировании их структуры [249].

Восприятие вкуса - ощущение - чаще всего показатель субъективный, изменчивый и неустойчивый [41]. Тем не менее, обычно ценится картофель, клубни которого (как сырые так и варёные) устойчивы к потемнению, частично растрескиваются, имеют рассыпчатую или умеренно мягкую консистенцию, с наличием мучнистости, с достаточно сухой невлажной мякотью, хорошим вкусом [90, 168, 162].

Среди исследователей нет единой точки зрения в отношении связи кулинарных свойств с содержанием крахмала и сухого вещества. Одни авторы

(Свейн Г.В., Хьюз Д.Ч., Лайнхан Д.) [196] не отмечают чёткой корреляции между этими показателями. Другие (Жук Л.И., Гупало П.И., Христофоров Л.В., Пихо А.П) [57, 58, 136, 236] указывают на наличие связи между ними. Противоречивость данных может быть объяснена различием в условиях проведения опытов. В любом случае, сорта-лидеры по содержанию крахмала на дегустациях обычно не становились лидерами по вкусовым качествам. Самые же вкусные сорта, как правило, содержат крахмал в пределах 13-18%. С другой стороны, сорта картофеля, имеющие низкий показатель содержания крахмала, обладают лишь удовлетворительными вкусовыми качествами.

Не меньшее значение, чем вкус имеет и аромат блюда. Известно 12 летучих соединений, обуславливающих запах вареного картофеля, и важнейшие из них - метанол, этанол, эфирное масло. Жареный и печёный картофель не обладает выраженным ароматом, поскольку большинство ароматических соединений образуется при варке. Запах варёного картофеля зависит также в определённой мере от соединений, образующихся при взаимодействии сахаров и аминокислот. Повышение содержания сахаров (обычно при низких температурах хранения) более чем на 1,5-2% отрицательно сказывается на качестве картофеля (при варке он темнеет за счёт образования меланоидинов, приобретает сладкий вкус и др.) [249].

Кроме того, кулинарные качества картофеля значительно зависят от типа почвы и фона минерального питания. Так, в опытах Коршунова А.В. [90] в длительном опыте на базе ОПХ «Ильинское» (Московская область) на дерново-подзолистой суглинистой почве применение удвоенной дозы удобрений $N_{100}P_{150}K_{120}$ по сравнению с $N_{50}P_{75}K_{60}$ ухудшало кулинарные качества среднераннего сорта Любимец. Различные виды удобрений при одностороннем усиленном их воздействии и в парных сочетаниях неоднозначно влияли на показатели вкусовых качеств. Применение навоза на фоне средних доз минеральных удобрений заметно снижало кулинарные качества клубней ($N_{50}P_{75}K_{60}$ + навоз против $N_{50}P_{75}K_{60}$). Однако, на фоне повышенных доз навоз не снижал и даже несколько сглаживал отрицательное влияние минеральных удобрений.

Интенсивность потемнения мякоти варёных клубней через сутки была сильнее выражена на фоне повышенных доз минеральных удобрений. К наиболее резкому ухудшению вкусовых качеств приводило одностороннее увеличение азота в системе полного минерального питания в условиях систематического воздействия на почву. Клубни с этого варианта были сильно водянистыми, мягкой консистенции, имели неприятный вкус и запах. Потемнение мякоти через час и, особенно, через сутки проявлялось здесь особенно заметно, чем на других вариантах [90].

Аналогичные данные по негативному влиянию азота на кулинарные качества картофеля получены и в работах других авторов. Так, по данным Н. П. Кукреш [97], внесение под картофель более 120 кг/га азота приводило во влажные годы к потемнению клубней и ухудшению вкусовых качеств.

Иное действие на вкусовые качества оказывало увеличение дозы фосфора в системе полного удобрения. Клубни характеризовались твёрдой консистенцией, хорошей мунистостью, невысокой рассыпчатостью, приятным запахом и отличным вкусом. Увеличение дозы калия (в форме KCl) в системе полного удобрения приводило к некоторому снижению качества. На потемнение мякоти варёных клубней калий оказывал положительное влияние, но его действие было выражено слабее, чем фосфора, и хотя через час его не было, но через сутки отмечали некоторое потемнение [26, 90, 97].

На дерново-подзолистой суглинистой почве при внесении навоза под предшественник и при орошении для сорта Лорх наиболее высокие кулинарные показатели отмечены для клубней, полученных по $N_{90}P_{180}K_{180}$ (соотношение 1:2:2); $N_{135}P_{180}K_{180}$ (1:1,3:1,3); $N_{90}P_{135}K_{180}$ (1:1,5:2); $N_{135}P_{135}K_{180}$ (1:1:1,3). Клубни с наиболее оптимального сочетания $N_{135}P_{180}K_{180}$, которое обеспечило наивысшие урожаи (390 ц/га), выход сухого вещества и крахмала, в сравнении с контролем уступали по вкусу лишь на 0,2-0,3 балла (по 5-балльной шкале), имели одинаковую развариваемость и мунистость, но лучший запах, меньшую или одинаковую степень потемнения после варки. Т.е. если по некоторым показателям клубни незначительно уступали контролю, то по другим, наоборот, превосходили его. Повышение доз азота до 180 кг/га по д.в. резко ухудшало все показатели.

Следовательно, на дерново-подзолистых суглинистых почвах при благоприятных соотношениях элементов питания удаётся сохранить кулинарные показатели на уровне близком к контролю даже при повышенных дозах. Такими оказались сочетания, в которых дозы фосфора и калия превосходили азот в 1,3-2,0 раза.

При выращивании картофеля на выщелоченном чернозёме Пензенской области по фону внесения бесподстилочного навоза (N_{100}) применение умеренных доз $N_{30}P_{90}K_{90}$ и $N_{60}P_{120}K_{90}$ (соотношение 1:3:3 и 1:2:1,5) поддерживало кулинарные показатели на уровне контроля.

В формировании кулинарных показателей небезучастны способы внесения удобрений (например, дробное, в том числе и в подкормку). На дерново-подзолистых суглинистых почвах при орошении улучшению кулинарных свойств картофеля способствовало усиленное удобрение фосфором, вносимого в рядки при посадке. Азот - отдельно или в сочетании с фосфором в составе локального удобрения приводил к устойчивому снижению кулинарных показателей. За счёт этого действия происходило ухудшение кулинарных качеств при локальном внесении полного удобрения. Перенесение части удобрений в подкормку, независимо от их состава, ухудшало вкус, повышало водянистость и снижало разваримость клубней [90].

Помимо всего прочего, кулинарная обработка клубней картофеля способствует также снижению содержания в них нитратов [92, 93, 89, 91, 88, 228]. Это обусловлено тем, что концентрация нитратов в поверхностных слоях клубня в 1,4-1,6 раза выше, чем в центральной части. Поэтому на этапе очистки клубней в зависимости от сорта снижение содержания нитратов составляет около 20-28%, а при последующей варке в результате десорбции ещё примерно 30%, т.е. суммарно порядка 50-60%.

Для производства быстрозамороженного картофеля обычно используют сорта с более высоким содержанием сухого вещества. Помимо экономической эффективности (меньший расход масла при обжаривании) это имеет ещё и диетическое значение, т.к. масло - продукт сам по себе высококалорийный, а при высокотемпературной обработке порядка 160-180 °C в результате реакции белков

с сахарами возможно образование акриламида - потенциально канцерогенного вещества. С целью минимизации подобных негативных явлений, перед быстрой заморозкой брусочки картофеля бланшируют, в результате чего поверхностный крахмал распределяется по брусочку, предотвращая тем самым излишнее проникновение внутрь него масла при жарке, что улучшает как диетические, так и кулинарные характеристики продукта. В результате, жареный в домашних условиях столовый картофель менее полезен для здоровья, чем быстрозамороженный картофель фри [235].

Таким образом, изучение биохимических, потребительских и кулинарных качеств картофеля как сырья для вакуумной упаковки и быстрой заморозки в зависимости от сорта, условий выращивания и способов подготовки сырья актуально и имеет практическую значимость.

1.4 Картофель в вакуумной упаковке и быстрозамороженный гарнирный (фри)

Развитие картофелеперерабатывающего подкомплекса

Промышленная переработка картофеля начала активно развиваться в годы Второй мировой войны в связи с необходимостью снабжения армии транспортабельными высококалорийными продуктами с хорошими вкусовыми качествами и длительным сроком хранения. Затем картофелепродукты стали популярны и у других категорий населения [80, 105, 106, 120, 199, 222, 223, 252].

Если говорить об общих объёмах производства и переработки картофеля на всём Земном шаре с учётом развивающихся стран (на долю которых в наши дни приходится около 52% производства), то по данным FAO за 2013 год в 1960х годах выращивалось в среднем 253-304 млн т. картофеля в год из которых 7-9 млн т. шло на переработку; в 1970х годах соответственно 240-307 и 10-12 млн т.; в 1980х - 265-286 и 12-13 млн т.; в 1990х - 266-312 и 9-16 млн т.; в 2000х - 307-336 и 10-13 млн т.; в начале 2010х - 333-382 и 11-14 млн т. [37, 121, 199, 287, 384].

В настоящее время в Российской Федерации переработкой картофеля занимается ряд крупных и средних предприятий: компания «НЗК», ОАО «Русский продукт» (г. Москва), ООО «Фрито Лей Мануфактуринг», ОАО «Русскарт», ЗАО «Р.С.К. Центр», компания «АльтерВЕСТ», компания «Ледово» (Московская область), «Крафт» (Владимирская область), ОАО «Завод Мивок» (Воронежская область), ООО «Касимовский картофельный завод» (Рязанская область), ОАО «Пищекомбинат Волгодский», ОАО «Унечский овощесушильный завод», ЗАО «Белая дача», ЗАО «Погарская картофельная фабрика» (Брянская область), АО «Озёры» (Московская область) и др. [94, 98, 129, 203, 205, 206].

Активно развивается в России в последние годы и направление вакуумирования картофеля, например, в такой крупной компании, как «НЗК» (на базе ООО М. Горького) вакуумируется около 6 тыс. т. картофеля в год [200, 203].

Очищенный картофель в вакуумной упаковке

В связи с развитием предприятий общественного питания, ресторанов и фастфуда и в целом ускорения ритма жизни в последнее время в развитых странах люди питаются, по меньшей мере, раз в сутки вне дома [113, 116, 184, 322]. Производители общепита при этом должны успевать приготавливать пищу за короткий промежуток времени. Часто они вынуждены подготавливать продукты (чистить и резать) за сутки до подачи их потребителю, что сопряжено со значительными потерями растворимых и быстрораспадающихся питательных веществ. Такие продукты, представленные конечному потребителю в очищенном (и как вариант порезанном соответствующим образом) виде, готовые для приготовления, составляют новую категорию, именуемую «минимально переработанные» (в англоязычной литературе «minimally processed products» или «MP-products»). Другие термины, относящиеся к подобной продукции – «легко переработанные», «частично переработанные», «свежепереработанные» и «предподготовленные» [350]. Чтобы удовлетворять требованиям потребителя «минимально переработанные» продукты должны иметь свежий внешний вид, сохранять качество при хранении и не иметь дефектов. Механические повреждения продукции на разных этапах её приготовления увеличивают

интенсивность биохимических реакций (нарушение компартментализации клеток позволяет субстратам и ферментам прийти в соприкосновение [266], обуславливающих изменения в цвете (в том числе потемнение мякоти в связи с образованием меланина), запахе, текстуре и составе питательных веществ (уменьшение содержания витаминов) [64, 67]. Предотвратить ферментативные реакции можно следующими способами: термической обработкой, в результате которой белковый носитель свёртывается, что приводит к инактивации ферментов; применением веществ (ингибиторов), образующих комплексы с хинонами перед их полимеризацией; связыванием ионов тяжёлых металлов. В качестве ингибиторов ферментативных реакций наиболее часто применяются сернистые соединения (бисульфит и пиросульфит натрия), аскорбиновая, лимонная и другие кислоты [66, 65, 250, 249]. Однако из экологических соображений применение консервантов не рекомендуется для детского и диетического питания. В этой связи использование вакуумной упаковки представляет многообещающую альтернативу химическому методу обработки для поддержания качества «минимально переработанного» картофеля [116, 131].

Истоки хранения пищевых продуктов в контролируемой (модифицированной) атмосфере и вакууме обычно относят к работам Кидда и Веста в начале 20-го века [271]. Вакуумная упаковка в настоящее время широко применяется для продления срока хранения и качества продуктов переработки овощей [271, 293, 376]. Её использование предотвращает протекание окислительных реакций и развитие аэробных микроорганизмов, которые в основном приводят к ухудшению качества пищевых продуктов при хранении [328].

Кроме того вакуумная упаковка способна защитить продукт и от обезвоживания. По данным Козловой Л.Н. в такой упаковке очищенный картофель, цельный или в нарезке, может храниться при средней температуре +6 °С, не теряя своих вкусовых свойств и качеств до 5 дней (по отдельным вариантам до 14 дней) [81]. В этой связи очищенный картофель, готовый к термообработке, пользуется все большей популярностью среди конечных потребителей. Ведь это позволяет экономить не только время, но зачастую и

деньги. Потребитель при покупке застрахован от приобретения несвежего, некачественного картофеля, поскольку полностью видит товар. Кроме того, данный подход позволяет избавить население от ручной домашней чистки. Картофель в вакууме можно поставлять на предприятия школьного питания, в больницы и другие учреждения, где потребляется много овощей. Он нужен кафе, ресторанам и другим заведениям общественного питания, где продукты хранятся в основном в виде полуфабрикатов для ускорения приготовления блюд. Также это выгодно с точки зрения экономии рабочих рук и финансов.

Преимущества вакуумной упаковки:

- увеличение срока хранения очищенного картофеля до 14 суток;
- сохранение внешнего вида продукта;
- упрощение соблюдения требований к товарному соседству при хранении и транспортировке;
- прозрачность упаковки гарантирует качество продукта;
- экономия на площадях складских помещений и на транспортировке готовой продукции за счет меньшего объема и веса готовой продукции.

Упакованный под вакуумом картофель сегодня является высокорентабельным и востребованным продуктом. В сетевых супермаркетах партия вакуумированного картофеля не задерживается более чем на 3-4 дня [81].

Португальскими учёными (Rocha A.M.C.N., Morais A.M.B., Emilie C. Coulon) в 2003 году были изучены физические и биохимические показатели клубней при семидневном хранении картофеля в вакуумной упаковке [351]. Исследования проводились на сорте Дезире (жёлтомякотный с фиолетовой кожурой), образцы подготавливались на фирме «Interbatata». Клубни очищали в абразивной чистке, затем, после инспекции, мыли и вакуумировали в пакеты («Multivas», 1 мБар в течение 10 сек.) с последующим хранением в холодильнике при 4-6 °С в течение 7 дней. Использовались двухслойные упаковочные пакеты (внешний слой – полиамид, придающий прочность и обеспечивающий непроницаемость для кислорода и других газов; внутренний – полиэтилен, обеспечивающий непроницаемость для воды и пара) суммарной толщиной 100

мкм. Проницаемость такой плёнки при 23 °С и 50% ОВВ составляет для CO₂ 145 мл/м² х бар х 24 ч, для O₂ - 35 мл/м² х бар х 24 ч, для H₂O - 7 г/м² х 24 ч. В эксперименте каждый день из холодильника изымали пакет с вакуумированным картофелем, после вскрытия клубни помещали в раствор 0,9% NaCl чтобы избежать вымывания растворимых питательных элементов. Картофель оценивали по показателям потери веса, твёрдости, потемнению мякоти, активности полифенолоксидазы, ферментативной активности общего содержания фенольных соединений, титруемой кислоты, pH, растворимых твёрдых частиц и редуцирующих сахаров. В качестве контроля использовались два варианта - картофель, хранившийся при комнатной температуре и очищенный картофель в перфорированных пакетах при температуре 6 °С.

В результате этих исследований было установлено, что влажные клубни в вакуумной упаковке не высыхали, т.к. не было контакта с воздухом, способным абсорбировать влагу. Тем не менее, было отмечено неожиданное увеличение потери веса в конце периода хранения на пятый-седьмой день. Однако это никак не сказалось на изменении твёрдости картофеля (рисунок 2) [277, 350, 360].

Изменение цвета. Широко известно окислительное потемнение поверхности минимально переработанных овощей. В прежние годы оно считалось основным фактором, лимитирующим срок хранения таких продуктов [266, 275, 286, 317, 350]. Однако при хранении клубней картофеля сорта Дезире в вакуумной упаковке изменение цвета было несущественным. На поверхности клубней наблюдалось незначительное уменьшение показателя яркости (L*), однако цветность по осям от зелёного до красного (a*) и от голубого до жёлтого (b*) оставалась практически неизменной за весь период семидневного хранения картофеля в вакуумной упаковке (рисунок 2).

Титруемая кислотность и pH. Падение pH коррелировало с ростом титруемой кислотности в образцах вакуумированного картофеля (рисунок 2). Тем не менее, эти изменения были незначительными, что важно с точки зрения сохранения запаха картофеля [307].

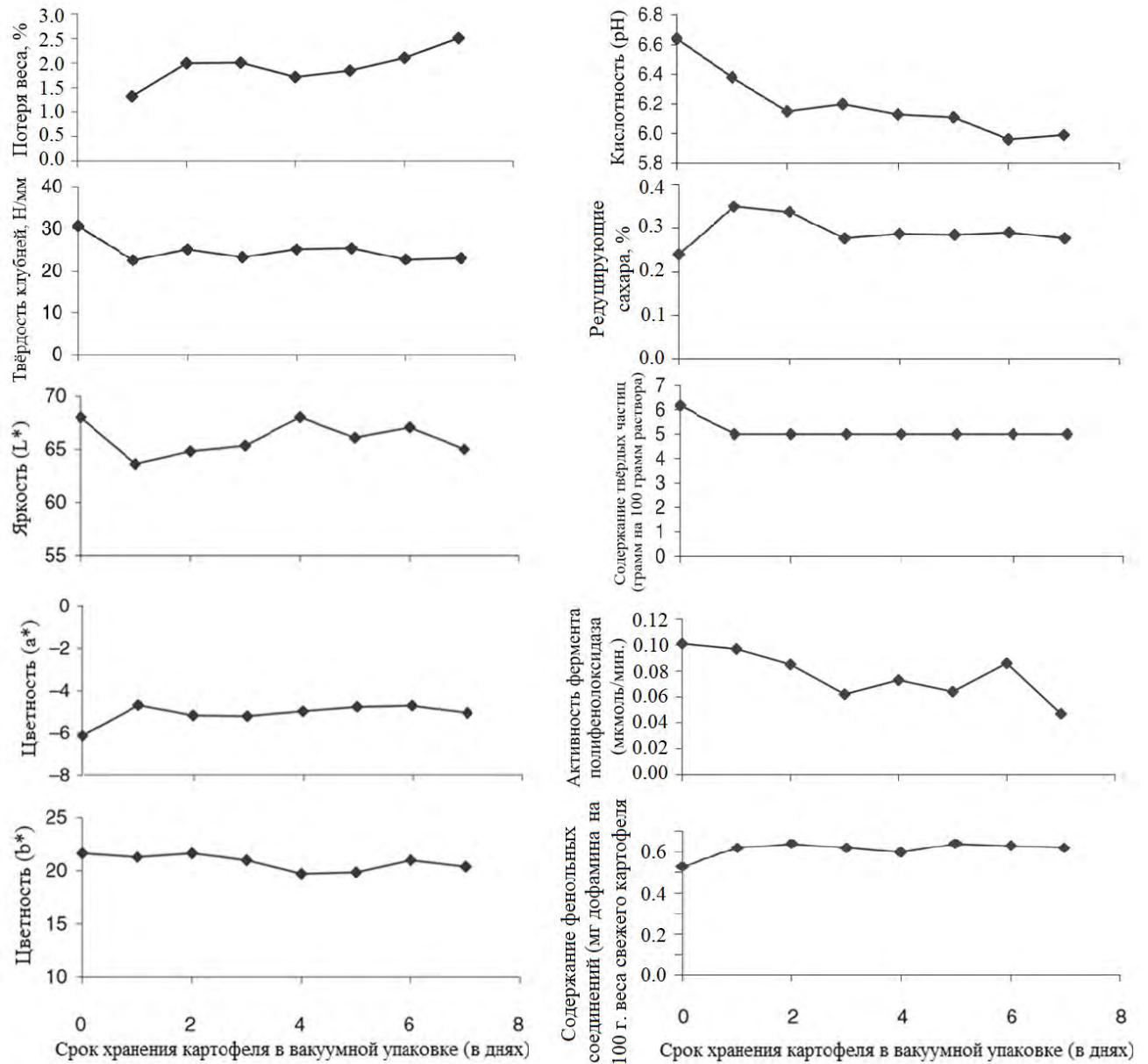


Рисунок 2. Изменение основных физических и биохимических показателей клубней картофеля сорта Дезире, при хранении в течение 7 дней в вакуумной упаковке при температуре хранения 6 °С в темноте [351]

Примечание: Потемнение мякоти измеряли ручным колориметром: L* обозначает яркость, a* - цветность на оси от зеленого (–) до красного (+), и b* - цветность на оси от голубого (–) до желтого (+). Уменьшение значения L* и увеличение значения a* является показателем потемнения мякоти на срезе клубня при хранении

Редуцирующие сахара и растворимые твёрдые вещества. Увеличения содержания редуцирующих сахаров в клубнях после хранения в течение 7 дней в вакуумной упаковке не наблюдалось. Отмечались лишь незначительные их

колебания (в пределах 0,05%) – рост в первый день хранения и снижение на третий, однако в целом содержание сахаров было стабильным и находился на уровне 0,3% (рисунок 2). Первоначальное увеличение концентрации сахаров может быть связано с распадом высокомолекулярных соединений, таких как крахмал и гемицеллюлоза, на низкомолекулярные – простые сахара [255, 278, 360].

Содержание полифенолоксидазы при хранении в вакуумной упаковке колебалось в незначительном диапазоне и в целом имело тенденцию к снижению на 7-й день хранения (рисунок 2). Эти результаты коррелировали с оценкой цвета клубней в вакуумной упаковке – снижением показателя яркости (L^*), что связано с развитием потемнения поверхности клубней.

Общее содержание фенольных соединений, составило 0,6 мкг в расчёте по дофамину на 100 г сырого веса картофеля. Небольшое увеличение содержания фенолов в клубнях наблюдалось в первый день хранения в вакуумной упаковке, т.е. непосредственно после операций по минимальной переработке (рисунок 2). Сообщения о аналогичных результатах имеются и при переработки других овощей [272, 304, 321].

Интересные данные по вакуумированию картофеля (в т.ч. с применением сульфитирования клубней) получены в опытах Путца Б. [346]. Исследовались 4 сорта, наиболее широко представленные на рынке картофеля в Германии в начале 2000х годов – Cilena, Linda, Solara и Renate со сроком хранения в вакуумной упаковке до 14 дней при температуре 4 °C. Установлено, что первостепенное значение на устойчивость картофеля к потемнению имеют сортовые особенности. Так, сорт Renate имел наименьшую склонность к потемнению мякоти, а сорт Linda, напротив, начинал темнеть очень быстро (практически сразу после вакуумирования). Такой показатель, как запах картофеля, от сорта не зависел, однако наблюдалась тенденция ухудшения запаха продукта по мере увеличения срока хранения в вакуумной упаковке. Также не было выявлено сортовых различий по показателю микробной порчи в вакуумированном картофеле (решающим опять же был срок хранения). По сорту Renate отмечена тенденция к несколько меньшей микробной порче, что вероятно связано с тем, что этот сорт

при хранении в вакуумной упаковке лежит более сухим (т.е. меньше выделяется влаги). В совокупности с высокими показателями по устойчивости к потемнению мякоти данный сорт мог бы представлять собой идеальный картофель для целей вакуумирования, однако он имеет очень серьёзный недостаток – склонность к образованию плотной корочки.

В течение 14-дневного хранения картофеля в вакуумной упаковке при 4 °С решающее значение на проявление сортовых особенностей по показателям цвета, запаха и обводнённости продукта (вследствие выделения влаги из клубней) имели первые 4 дня непосредственно после вакуумирования. В дальнейшем указанные показатели изменялись не столь значительно. В опыте Путца Б. исследовалось также применение сульфитации клубней перед вакуумированием. В этом случае срок хранения продукта по всем вариантам составлял 14 дней. Однако, сульфитирование имело и свой недостаток – возрастание обводнённости клубней к концу 14-дневного хранения.

За рубежом многие исследователи изучали пищевые качества картофеля в процессе хранения [254, 259, 260, 284, 295, 303, 323, 324, 363, 366, 382, 381] и пригодность картофеля к варке [288, 362, 373] и пришли к выводу, что генетические факторы и свежесть клубней имеют решающее значение, однако, условия выращивания и хранения картофеля также оказывают значительный эффект [353, 357].

В опытах М. Нagg [295, 296] изучалось влияние подготовки и условий хранения картофеля в вакуумной упаковке на обмен веществ в очищенных клубнях (сорта Bintje, Van Gogh и Nicola). Было установлено, что содержание витамина «С» при варке снижалось в среднем по сортам на 30%. По сообщению других авторов [313] такое снижение зависит от количества присутствующего кислорода.

Ирландские исследователи [277] также пришли к выводу, что вакуумная упаковка очищенного картофеля – хороший способ увеличить его срок хранения. Их исследования проводились на базе Национального продовольственного центра (Дублин, Ирландия), изучалось качество различных сортов картофеля (Pentland Dell, Rooster, Record, Maris Piper) в вакуумной упаковке в зависимости от срока хранения. Исследования выявили значительные сортовые различия картофеля по

показателю устойчивости к потемнению в вакуумной упаковке (сорта Rooster и Maris Piper темнели через 21 день существенно меньше, чем Pentland Dell и Record). Обработка клубней пиросульфитом натрия существенно улучшала показатели цвета по всем сортам.

Картофель и овощи можно вакуумировать не только в свежем очищенном виде, но и после варки, как это делается, например, фирмой «Дмитровские овощи» и срок хранения такого картофеля составляет до 6 месяцев.

В исследованиях Jensen K. [309], проведённых на базе Королевского университета ветеринарии и сельского хозяйства (Дания) (The royal veterinary and agricultural university, Denmark) изучалось влияние сорта и условий выращивания на вкус варёного картофеля в вакуумной упаковке. Автор указывает, что картофель после варки постепенно приобретает привкус, который можно описать как «картонный». Это серьёзная проблема для предприятий общественного питания, где варёный картофель в вакуумной упаковке широко распространён. Известно уже на протяжении нескольких десятилетий, что небольшая фракция жира в клубнях может быть причиной окислительного процесса, приводящего к возникновению такого неблагоприятного привкуса в сушёных картофелепродуктах [263, 274, 297, 309, 327, 336, 337, 359, 368].

Предварительно обваренный вакуумированный картофель широко используется на предприятиях общепита. В работе Thybo A. K., Martens H.J., Lyshede O.B. [369] было установлено, что текстурные свойства сваренного на пару вакуумированного картофеля ухудшались с увеличением времени варки, однако на контрольном варианте (варка картофеля на воде) это происходило ещё быстрее.

По данным белорусских учёных (Козлова Л.Н., Маханько В.Л., Незаконова Л.В., Пискун Г.И.) пригодность картофеля к вакуумной упаковке (без применения консервантов) в значительной степени зависит от сорта. Наиболее пригодные сорта: Уладар, Лилея, Зорачка, Манифест, Янка, Волат, Вектар, Журавинка [81].

Таким образом, вопрос изучения факторов, определяющих пригодность картофеля к вакуумной упаковке (применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям выращивания, уборки, режимам хранения), а также

подбор для этих целей наиболее подходящих сортов отечественной селекции является актуальным.

Быстрозамороженный гарнирный картофель фри

Быстрое замораживание является одним из приоритетных направлений в развитии современного агропромышленного производства продуктов питания. Их потребление в разных странах составляет от 40 до 100 кг в год на человека. Привлекательность быстрозамороженных продуктов заключается в том, что они почти полностью свободны от несъедобных включений, практически не отличаются от свежих, сохраняют исходные натуральные свойства. Продукты обладают высокой потребительской готовностью: расфасованы, дозированы, требуют минимального времени (минуты) для приготовления. Кроме того быстрая заморозка позволяет отсрочить реализацию сельскохозяйственной продукции во времени и перенести место реализации в пространстве, реализовать её непосредственно потребителю по более высокой цене, чем свежая [192, 345].

В России быстрозамороженный гарнирный картофель вырабатывается производственным объединением «Колосс» на линии фирмы «Florigo» (Голландия) производительностью 1500 кг/ч [199]. В 2018 г. в особой экономической зоне «Липецк» ЗАО «Белая дача» совместно с голландско-американской компанией «Lamb Weston Meijer» реализовала проект строительства завода по производству быстрозамороженного картофеля. После выхода на проектную мощность предприятие сможет производить до 100 тыс. т. картофеля фри в год, перерабатывая около 200 тыс. т. сырья (т.е. объёмы переработки картофеля в стране, оцениваемые до постройки завода в 1,0 млн. т. возрастут сразу на 20%). По прогнозу исследовательской компании «Euromonitor», мировой рынок замороженного переработанного картофеля в ближайшее время будет продолжать возрастать средним темпом по 2% в год и к 2020 году превысит 29 млн т. [107].

При замораживании продукты охлаждают ниже той температуры, которая приводит к их замерзанию. Это гарантирует их быстрое замораживание без

образования крупных кристаллов, которые разрушают ткани, что приводит к истечению сока из них при дефростации [103].

Сохраняют замороженный продукт при температуре не выше -18°C в низкотемпературных камерах и хранилищах при относительной влажности воздуха 95-98% [125, 242]. Гарнирный картофель – быстрозамороженный продукт, нарезанный на кусочки одинаковой формы и размеров (столбики, кубики и т.д.). Вырабатывается в обжаренном и необжаренном виде. Употребляется в пищу после обжаривания до готовности [199, 203, 301]. Подвергая продукт замораживанию, следует, прежде всего, сохранить его питательные и вкусовые свойства. Для этого необходимо добиться максимальной обратимости явлений, происходящих в процессе замораживания [69, 102, 125, 338].

Исследователи [325] из Катанийского университета (Италия) изучили влияние азотного удобрения, времени хранения, упаковочной пленки и пищевого покрытия на основе камеди рожкового дерева (LBG) на качество картофеля как сырья для приготовления быстрозамороженного картофеля. Изменение качества оценивалось путем мониторинга цвета и текстуры, микробиологических показателей и содержания биоактивных компонентов. Результаты показали, что высокая доза азотных удобрений (280 кг/га) вызывала быстрое изменение цвета, более низкую твердость и более быстрый микробный рост (общие мезофильные бактерии, дрожжи и плесневые грибки). Аналогичным образом, чрезмерное азотное удобрение приводило к снижению уровня аскорбиновой кислоты и более быстрой потере питательной ценности во время хранения, в то же время камедь рожкового дерева эффективно снижала ухудшение цвета продукта и микробную активность.

В исследованиях пригодности сортов картофеля к переработке на быстрозамороженный продукт, проведенных Шаниной Е.П. [244, 241], было установлено, что особое значение имеют следующие показатели: форма, окраска, размер и масса клубней, количество глазков и глубина их залегания, процент отходов при чистке, интенсивность потемнения мякоти, разваримость, содержание сахаров, белков, крахмала и витаминов. Оценка качества обжаренных

ломтиков показала, что сорта Барон, Лидер, Югра, Табор и номер 0-5-40 сохраняют свои качественные показатели длительное время [244]. Схожие результаты по изменению биохимических показателей клубней при длительном хранении быстрозамороженного картофеля были получены и в работах других авторов [42, 257, 276], отмечающих, однако, более существенное (до двухкрат) снижение содержания витамина «С», а также некоторое снижение влажности ломтиков картофеля.

Таким образом, вопросы влияния на конечный продукт температуры, срока хранения, способов подготовки сырья требуют дальнейшего изучения. Актуален также подбор сортов, наиболее соответствующих требованиям вакуумной упаковки и быстрой заморозки по морфологическим, биохимическим, потребительским показателям и, как следствие, имеющим минимальные отходы при механической очистке при переработке вплоть до июня месяца.

1.5 Физиолого-биохимические изменения в клубнях при длительном хранении. Лёжкость картофеля в зависимости от условий выращивания, технологии уборки и хранения

При рассмотрении вопросов технологии хранения картофеля необходимо в первую очередь учитывать физиологические и биохимические процессы, протекающие в клубнях при различных температурно-влажностных режимах хранения [231].

Основными процессами в период хранения клубней являются: 1) испарение воды, 2) распад крахмала, 3) синтез крахмала и 4) окислительный распад сахаров при дыхании. При повышенной температуре потери воды клубнями могут увеличиваться в 2-3 раза и более. Интенсивность дыхания клубней при повышенной температуре также резко возрастает, в связи с чем усиливаются и потери сухого вещества. При повышении температуры от 0 до 20 °С интенсивность дыхания клубней возрастает в 3 раза. Превращения крахмала в сахара и сахаров в крахмал также сильно зависят от температуры хранения. При

понижении температуры с 20 до 0 °С скорость распада крахмала до сахаров уменьшается только на одну треть, а скорость синтетических процессов превращения сахара в крахмал уменьшается в 20 раз; скорость же потребления сахара при дыхании ($\text{сахар} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) уменьшается в 3 раза. Поэтому при пониженных температурах процессы распада крахмала резко преобладают над его синтезом, в клубнях накапливается повышенное количество сахаров. Эти процессы обратимы и при повышении температуры синтез крахмала преобладает над его распадом и содержание сахаров в клубнях снижается. Разная скорость реакций объясняется тем, что они катализируются ферментами, оптимум действия которых находится на различных участках температурной кривой. Вместе с тем большое влияние на активность ферментов оказывает величина pH внутриклеточной среды клубней, которая также неодинакова при разной температуре [258].

При температуре 0 °С растворимость углекислого газа в воде в 2 раза выше, чем при 20 °С, поэтому чем ниже температура хранения, тем больше образующейся при дыхании углекислоты растворяется в клеточном соке и тем ниже pH внутриклеточной среды. С понижением величины pH распад крахмала преобладает над его синтезом, а с повышением pH усиливается синтез крахмала. Ресинтезированный крахмал отличается от исходного меньшими размерами зёрен, что важно при оценке такого параметра, как консистенция картофеля при варке [95].

Превращение азотистых веществ в клубнях идёт менее интенсивно и значительных потерь азота при хранении зрелых клубней не наблюдается [327].

В исследованиях Коршунова А.В. [86, 90, 92, 93] установлено, что при длительном хранении картофеля (к апрелю) в клубнях происходит снижение содержания нитратов, например, по сорту Лорх на 27%, а по сорту Домодедовский на 25%.

Вышеперечисленные факторы физиолого-биохимических изменений в клубнях, а также поражённость их болезнями, в значительной степени определяют лёжкость картофеля при длительном хранении (под «лёжкостью» понимается величина общих потерь картофеля, выраженная в процентах к

исходной массе заложенного на хранение картофеля, в том числе естественная убыль массы, технический отход, потери на сухую и мокрую гниль, ростки) [144].

По данным ряда авторов лёжкасть картофеля при хранении в значительной степени зависит от фона минерального питания. Так, по данным Холмквиста А.А. [234] повышенное содержание азота в почве ослабляло устойчивость клубней к болезням, а усиленное питание растений фосфором и калием способствовало получению продукции с лучшей лёжкой. Шишкина Н.Б. [251] отмечает, что минеральные удобрения улучшали лёжкасть клубней и уменьшали общие потери на 2,1-3,8%. Другие авторы [31, 32] при оптимальных условиях хранения не наблюдали существенного влияния азотных и фосфорных удобрений на лёжкасть картофеля и интенсивность дыхания клубней. Фосфорные и калийные удобрения повышали устойчивость и лёжкасть картофеля [43, 184], сохранность картофеля на фосфорно-калийном фоне была на 45% выше по сравнению с неудобренным вариантом [108].

По данным ряда авторов [65, 140, 158, 225, 226] продолжительность периода покоя клубней а, следовательно, и лёжкасть картофеля, зависит от суммы активных температур, полученных клубнями ещё при выращивании в поле, т.е. от метеорологических условий периода вегетации.

В исследованиях Пшеченкова К.А. выявлена взаимосвязь между технологией закладки клубней на хранение и величиной их общих потерь при длительном хранении. Так, при закладке картофеля по поточной технологии, при которой клубням на сортировке и калибровке наносились максимальные механические повреждения, общие потери за 8 месяцев хранения составили 32,2%, при закладке по перевалочной – 18,7%, а по прямоточной технологии – 8,3% [154, 174, 181].

Установлено, что чем выше температура хранения картофеля, тем выше и его общие потери массы при длительном хранении, что связано как с ростом величины естественной убыли массы и более ранним прорастанием клубней, так и более благоприятными условиями для развития фитопатогенных микроорганизмов. Недостаточная относительная влажность воздуха (ОВВ) в

хранилище (менее 90%) способствует усиленному испарению влаги с поверхности клубней и, тем самым, росту величины убыли массы, а ОВВ близкая к 100% приводит к отпотеванию клубней и формированию очагов загнивания [39, 109, 112, 157, 166, 167, 173, 227].

Картофель, в зависимости от его назначения и периода хранения, необходимо хранить при различных температурно-влажностных режимах. Оптимальная температура хранения семенного картофеля 3-4 °С; продовольственного 4-5 °С для переработки на фри – 8 °С; хрустящий картофель - 10 °С [115, 149, 159, 174, 177]. Требования к температуре хранения картофеля для переработки на обжаренные картофелепродукты определяются главным образом накоплением в клубнях редуцирующих сахаров, содержание которых не должно превышать 0,3%, в противном случае продукт получается тёмного цвета с горьковатым вкусом [84, 107, 115, 152, 156, 163, 169, 170, 171, 175, 179, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 265].

Таким образом, технологии хранения картофеля семенного, продовольственного и предназначенного для переработки на обжаренные продукты разработаны достаточно подробно, однако в источниках до сих пор мало сведений касательно технологий хранения сырья для вакуумной упаковки и быстрой заморозки, а также информации по физиологическим и биохимическим изменениям, происходящим при этом в клубнях, что важно для экономики производства с учётом качества сырья, потерь при хранении и переработке.

1.6 Применение химических и физических методов воздействия (в том числе фитогормона этилена) в процессе хранения картофеля различного назначения

Ингибирование прорастания клубней сокращает общие потери и позволяет хранить картофель при более высоких температурах (что особенно актуально для картофеля, предназначенного для переработки на обжаренные картофелепродукты) [117]. Кроме того, возможно применение ингибиторов

прорастания и на семенном картофеле с целью исключения преждевременного прорастания и обламывания ростков, что повышает качество посадки.

Химические ингибиторы прорастания

В прошлом в качестве ингибиторов прорастания использовались такие препараты, как М-1 (дуст метилового эфира альфа-нафтилуксусной кислоты); М-2 (альфа-нафтилдиметиловый эфир); ИФК (изопропилфенил карбамат); ТБ (2,3,5,6-тетрахлорнитробензол); ГМК (гидразид малеиновой кислоты) и другие [59, 109, 207, 298, 316]. На сегодняшний день, в качестве ингибитора прорастания во всём мире наиболее широко используются препараты с действующим веществом – изопропил-N-3-хлорфенилкарбамат под общепринятым названием «хлорпрофам». Действие его заключается в торможении деления клеток в меристематических тканях [267].

Однако, химические ингибиторы прорастания, в т. ч. хлорпрофам, имеют серьёзный недостаток - повышенный риск образования внутренних ростков [60, 61, 330]. Происходит это по причине того, что кристаллы хлорпрофама при подаче в виде аэрозоля через систему активной вентиляции оседают на поверхности клубней в межклубневом пространстве насыпи, но на участки поверхности, которыми клубни соприкасаются между собой, не попадают. Глазки в этих зонах при повышенной температуре хранения способны прорасти. Но так как пространства для этого из-за тесного соприкосновения клубней не хватает, происходит внутреннее прорастание. Поэтому первую обработку хлорпрофамом (в варианте использования, например, препарата Спад-Ник в виде аэрозоля) по данным Пшеченкова К.А., Прямова С.Б. [149, 171] целесообразно проводить сразу после прохождения лечебного периода и охлаждения клубней до заданной температуры. В этом случае к моменту второй обработки произойдёт некоторая усадка насыпи, межклубневые пространства перераспределятся, и появится возможность обработать и те участки клубней, которые при первой обработке оказались необработанными, находясь под давлением насыпи.

Несмотря на доказанную временем эффективность ингибиторов прорастания на основе д.в. хлорпрофам, в связи с ужесточением экологических требований (в странах ЕС разрешённые дозы препаратов на основе хлорпрофама

уменьшены вдвое и в скором времени планируется их полный запрет), а также тем фактом, что хлорпрофам способен накапливаться в стенах картофелехранилищ, что затрудняет использование помещений для других целей, в последнее время ведутся поиски альтернативных экологически более безопасных способов ингибирования прорастания клубней.

Физические методы обработки клубней (рентгеновское и гамма-облучение)

Согласно мнению ряда авторов [1, 82, 83, 118, 130, 349] использование ядерно-физических методов ингибирования прорастания сельскохозяйственной продукции при хранении позволяет избежать проблем с экологией и имеет определенные преимущества по сравнению с другими способами:

1. Высокая эффективность без ущерба для качества. Радиационная обработка является «мягкой» и не создает побочных эффектов: отсутствие наведенной радиоактивности (использование гамма-излучения) и нагревания (даже при дозе 10 тыс. Гр температура продукции повышается не более чем на 2⁰С).

2. Полная механизация и автоматизация технологии, возможность создания передвижных установок для облучения обеспечивает обработку продукции на складах и хранилищах непосредственно в хозяйствах.

3. Высокая экономическая эффективность: затраты труда при облучении одной тонны картофеля на 20% ниже, чем при опылении его порошкообразными препаратами, а производительность труда увеличивается в 2,5 раза.

При этом разрешено применять установки со следующими видами ионизирующего облучения: 1) электронное излучение с энергией не более 10 МэВ; 2) γ -излучение радиоизотопа ^{60}Co ($T_{1/2}=5,27$ года, $E=1,25$ МэВ); 3) γ -излучение радиоизотопа ^{137}Cs ($T_{1/2}=30,17$ года, $E=0,66$ МэВ); 4) Тормозное излучение, генерируемое ускорителями с энергией не более 5 МэВ.

На основании оценки независимыми специалистами химических, биологических и питательных свойств облученных продуктов, Всемирная организация здравоохранения в 1981 году издала документ «Оценка санитарного состояния облученных пищевых продуктов», в котором констатировалось, что специального токсикологического или пищевого исследования продуктов,

облученных дозами до 10 кГр, не требуется [367]. В 1992 г. в своём программном заявлении ВОЗ подтвердила безопасность пищевых продуктов, облученных с соблюдением технологических правил [3].

В исследованиях, связанных с гамма-облучением клубней картофеля, Б. А. Рубин, Л. В. Метлицкий [122, 123, 193] наблюдали распад крахмала и накопление сахаров в облучённых клубнях.

Рубин Б.А. и Михеева А.В. [193] изучали активность окислительных ферментов в тканях мякоти и глазков картофеля в связи с гамма-облучением. Изменение активности этих ферментов авторы определяли в исходной вытяжке, митохондриях и надсадочной жидкости после выделения митохондрий (центрифугат). Оказалось, что активность полифенолоксидазы и пероксидазы, локализованных в митохондриях глазков, после облучения значительно снижается. Исходя из того, что под влиянием облучения интенсивность дыхания глазков также снижается, можно сделать предположение, что следствием ингибирования прорастания является подавление окислительных ферментов, осуществляющих процесс дыхания картофеля.

В области малых доз облучения по мере превышения естественного радиационного фона проявляется эффект гормезиса. Суть данного явления состоит в стимулирующем действии умеренных доз радиации, которые приводят к ответу растения на стрессовый фактор, проявляющемуся в иницировании синтеза белка, активации соответствующих генов, репарации ДНК [3, 96, 132, 308].

В 60-е – 80-е годы прошлого века активно развивались методы радиационной предпосевной обработки с целью повышения урожая и улучшения качества продукции. Координатором этих исследований в конце 70-х гг. 20 столетия был ВНИИСХРАЭ. Было показано, что облучение семян сельскохозяйственных культур ускоряет прохождение первых фаз онтогенеза растений, сокращает сроки созревания и, в конечном итоге, приводит к увеличению урожая зерновых и картофеля на 5-20%. В то же время было отмечено, что наилучшие результаты получают при облучении семян низкого качества и в

неблагоприятных погодных условиях, когда возникают ограничения в реализации генетической программы, обеспечивающей нормальное развитие растений [38].

Оптимальные дозы гамма-облучения посевного материала сильно варьируют в зависимости от вида культурного растения и для картофеля, по данным разных авторов, находятся в диапазоне от 0,3 до 3 Гр [8]. При этом, в зависимости от сорта, отмечено повышение урожайности в последствии до 28% и рост содержания в клубнях крахмала, белка и витамина «С». Кроме того, оптимальная доза облучения семян той или иной культуры существенно зависит от региона выращивания. Например, при выращивании огурца в условиях Московской области она составляет 3 Гр, а в Азербайджане 20-40 Гр.

Применение фитогормона этилена при хранении картофеля различного назначения

Особенность этилена (газ при нормальных условиях, химическая формула C_2H_4) как фитогормона состоит в том, что он может выступать и в роли стимулятора, и в роли ингибитора прорастания картофеля. Стимулирующие свойства этилена, обуславливающие выход клубней из состояния естественного покоя, были известны с 1925 года [352]. Несколько позже, в 1932-1933 годах, были выявлены его ингибирующие свойства [285, 302]. Эти противоречия были разрешены в работе, выявившей двойной эффект этилена в зависимости от продолжительности его экспозиции [354]. Оказалось, что кратковременное (72 часа) воздействие этилена (в диапазоне 0,02-20 мл/м³) способствует выходу клубней из состояния естественного покоя и стимулирует начало их прорастания, а непрерывная экспозиция при длительном хранении картофеля, напротив, подавляет рост ростков. Прерывание состояния покоя клубней под воздействием этилена проявляется также в виде резкого (до шести крат), но непродолжительного скачка интенсивности их дыхания, происходящего примерно через 8 часов после газации этиленом [262, 347, 354, 356, 358, 375].

Иными словами, как при краткосрочной экспозиции этилена, так и при долгосрочной, происходит выход клубней из состояния естественного покоя, однако, в первом случае клубни просто прорастают раньше по сравнению с

контролем, а во втором - на клубнях образуются многочисленные мелкие (не более 5 мм) утолщённые ростки, элонгация которых блокируется этиленом. Тем не менее, при прекращении подачи этилена за несколько дней до посадки клубни быстро и дружно прорастают.

Восприятие этилена начинается с его связывания с рецепторами (присутствуют у всех высших растений), которые локализованы в мембране эндоплазматического ретикулума и аппарата Гольджи [283, 361]. Необычная внутриклеточная локализация рецепторов не препятствует восприятию гормона, поскольку газообразный этилен свободно диффундирует в водной и липидной среде [62, 195, 311, 319]. Механизм его действия до конца не изучен. Предполагается, что связывание этилена с рецепторными гистидинкиназами изменяет их конформацию, инактивирует комплексы рецепторов с CTR1 (Сер/Тре протеинкиназа, подобная протеинкиназам Raf-семейства). Это приводит к дефосфорилированию белка EIN2 (белка подобного Nrapr металл-ионному транспортеру), отщеплению его С-концевого домена, который переносится в ядро и инициирует транскрипционный ответ этилен-зависимых генов посредством последовательной активации факторов транскрипции семейств EIN3/EIL1 и ERF [280, 281, 282, 294, 310, 314, 318, 343].

В прошлые годы в качестве «этиленпродуцентов» использовали различные химические соединения, в первую очередь, 2-хлорэтилфосфоновую кислоту (в настоящее время применяется в основном при выращивании зерновых культур в качестве ретарданта) [208, 248]. Однако, применительно к культуре картофеля и особенностям технологии его хранения в связи с необходимостью периодического вентилирования, более технологичным, надёжным и экономичным представляется использование иных систем поддержания заданной концентрации этилена в картофелехранилище.

В этой связи в 1990х годах соответствующие исследования по применению этилена при хранении картофеля проводились в Канаде. В результате в 2002 году компанией «McCain Foods Limited» для сорта Russet Burbank был зарегистрирован регулятор роста растений на основе этилена под брендом «Eco Sprout Guard»,

поставляемый в баллонах в сжатом виде (рекомендованная концентрация этилена при газации в хранилище 4 мл/м³. В 2001 году компанией «Greenvale-AP» было начато использование этилена при хранении картофеля в Великобритании, а в 2003 году этилен был зарегистрирован в качестве регулятора роста продовольственного картофеля (концентрация 50 мл/м³) [261, 269]

По имеющимся данным, применение этилена, помимо кратковременного увеличения интенсивности дыхания клубней, приводит к некоторому росту содержания в них сахаров, которое может быть достаточно существенным, чтобы иметь отрицательное влияние на качество обжаренных картофелепродуктов [378].

В исследованиях, направленных на поиск альтернатив препарату CIPC [268, 269, 281, 282, 340, 341, 342, 354, 372, 377] при хранении картофеля сорта Russet Burbank при температуре 9 °С с использованием этилена, подаваемого непрерывно при концентрации 4 мл/м³, было установлено (в среднем за 6 лет), что применение этилена приводило к задержке появления ростков на 5-15 недель по сравнению с контрольными образцами, хранившимися на воздухе. Сообщалось, что обработка картофеля (сорт Russet Burbank) этиленом при концентрации 1 мл/м³ в течение 24 часов снижала подверженность клубней к образованию «синяков», а наличие углекислого газа в хранилище, напротив, способствовало этому процессу [370]. Дальнейшая работа [371] с использованием сорта White Rose подтвердила снижение выраженности синяков в клубнях, обработанных этиленом. Авторы предположили, что воздействие этилена способствует более быстрому ранозаживляющему ответу тканей клубня, в следствие чего объем повреждений (потемнения мякоти) становится меньше.

В исследованиях на сортах Maris Piper и Pentland Dell [270] с обработкой клубней этиленом в течение 72 часов при концентрации 15 мл/м³ было выявлено снижение интенсивности образования синяков во время длительного хранения картофеля при 10 °С. Однако авторам не удалось связать это явление с изменениями в содержании аминокислоты тирозина или фермента полифенолоксидазы.

Эндогенный синтез этилена в поврежденной ткани клубня возрастает, что, по-видимому, является естественной ранозаживляющей реакцией растений [280, 315, 326]. Считается, что увеличение эндогенных концентраций этилена способствует повышению интенсивности дыхания в поврежденных тканях растений [347]. Имеются сведения, что этилен способствует увеличению числа ростков, но при этом препятствует их росту в длину (элонгации) при этом происходит исключение доминирования апикального ростка и стимулирование образования боковых ростков [312, 329, 340, 341, 342, 383]. Это свойство фитогормона этилена нашло применение при хранении семенного картофеля. По результатам исследований, проведенных в Великобритании в 2006 году, авторы [344] сообщили, что длительное хранение (при 4 °C) семян картофеля в среде этилена при концентрации 4 мл/м³ привело к более раннему появлению всходов и большему числу стеблей на куст у сортов Russet Burbank и Shepody. По сорту Russet Burbank отмечено также увеличение числа клубней на куст.

В этой связи изучение и сравнение химических и физических методов воздействия на клубни, а также двойственного влияния фитогормона этилена при различных режимах его применения (как стимулятора прорастания при хранении семенного картофеля и ингибитора прорастания - предназначенного для промпереработки) представляет научный интерес и практическую значимость, особенно с точки зрения снижения пестицидной нагрузки и получения экологически чистой конечной продукции.

Таким образом, на основании обзора литературных источников, применительно к условиям Центрального региона России были определены следующие элементы технологии производства картофеля, предназначенного для промпереработки, требующие дальнейшего изучения и совершенствования:

- выращивание - рекомендуемые сорта; дозы удобрений; применение фитогормона этилена, гамма-облучение семенных клубней;
- уборка - технология и способ уборки, ширина междурядий;
- хранение - температурные режимы и применение ингибиторов прорастания.

Глава 2 МЕСТО, УСЛОВИЯ, ПРОГРАММА И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Место проведения исследований и агрохимические показатели почв

1) Центральный регион России (Московская область):

- Экспериментальная база «Коренёво» (Люберецкий район). Почва дерново-подзолистая супесчаная, по агрохимическим показателям кислая с низким содержанием гумуса, низкой обеспеченностью азотом, суммой обменных оснований, средним калия и повышенным фосфора (таблица 3), при этом фосфор имеет слабую степень доступности растениям, так как находится в комплексе с железом и алюминием, в связи с чем на данной почве необходимо вносить достаточное количество свежих фосфорных удобрений. В настоящее время зафосфаченные почвы присутствуют во многих хозяйствах с интенсивным ведением растениеводства, а для насыщенных севооборотов с картофелем - это наиболее частое явление (без известкования повышается кислотность, много железа и алюминия, что сильно связывает фосфор и приводит к зафосфачиванию).

Таблица 3 - Агрохимические показатели дерново-подзолистой супесчаной почвы (ЭБ «Коренёво», Московская область, Люберецкий район)

Годы	рН _{KCl}	Нг	S	Сумма N-NO ₃ , N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	V	Гумус
		мг-экв /100 г почвы		мг/кг почвы	мг/кг почвы (по Кирсанову)		%	
2008- 2017	4,6-4,9	3,4-3,6	1,4- 1,6	15,0-16,2	266,0- 280,0	91,0- 110,0	31,0- 35,0	1,7-1,9
Обеспеченность почвы питательными элементами				низкая	очень высокая	средняя		низкая

- АО «Озёры» (Озёрский район). Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая. По агрохимическим показателям слабокислая со средней до высокой обеспеченностью гумусом и азотом и средней обеспеченностью фосфором и калием (таблица 4).

Таблица 4 - Агрохимические показатели дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы (АО «Озёры», Московская область, Озёрский район)

Годы	рН _{KCl}	Нг	S	Сумма N-NO ₃ , N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	V	Гумус
		мг-экв /100 г почвы		мг/кг почвы	мг/кг почвы (по Кирсанову)		%	
2008- 2017	5,7-5,9	1,6-1,9	13,5- 18,9	90,0-105,0	121,0- 143,0	107,0- 129,0	88,0- 92,0	2,0-2,4
Обеспеченность почвы питательными элементами				высокая	средняя	средняя		средняя

- ООО «Таширово» (Наро-Фоминский район). Почва дерново-подзолистая тяжёлосуглинистая (агрохимические показатели почвы не приводятся, так как их влияние на урожайность в программу исследований не входило, в этом опыте изучалась только производительность уборочного процесса).

2) Средневолжский регион России (Пензенская область):

- ООО «Пензасемкартофель» (Нижнеломовский район). Почва - чернозём выщелоченный среднесуглинистый, хорошо окультуренная по физико-химическим показателям (кислотность, сумма оснований) с высоким содержанием азота и средним фосфора, калия и гумуса (таблица 5).

Таблица 5 - Агрохимические показатели чернозёма выщелоченного среднемогучного среднесуглинистого (ООО «Пензасемкартофель», Пензенская область, Нижнеломовский район)

Годы	рН _{KCl}	Нг	S	Сумма N-NO ₃ , N- NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	V	Гумус
		мг-экв /100 г почвы		мг/кг почвы	мг/кг почвы по Чирикову		%	
2008- 2017	5,8-6,2	3,0-3,5	28,0- 34,0	116,0-141,0	80,0- 105,0	66,0- 85,0	88,9- 91,9	5,6-6,4
Обеспеченность почвы питательными элементами				очень высокая	средняя	средняя		средняя

При проведении исследований картофель выращивали по «голландской» технологии: осенью проводили лущение стерни после озимых или культивацию после моркови и лука, а затем зяблевую вспашку на 25-27 см обратным плугом; весной при наступлении физической спелости почвы - сплошное фрезерование

(«доминирование») на глубину 12-14 см, следом сажали картофель четырёхрядной сажалкой Grimme на глубину 6-8 см.

На экспериментальной базе (ЭБ) «Коренёво» картофель выращивали по «Заворовской» технологии с посадкой в предварительно нарезанные гребни. Ширина междурядий во всех вариантах 75 см (кроме ООО «Таширово», где сажали также с междурядьями 90 см), густота посадки 42-45 тыс. клубней на гектар. Масса семенного материала 50-70 г. Удобрения (диаммофоска, аммиачная селитра, калимагнезия) вносили локально при нарезке гребней (ЭБ «Коренёво») или сажалкой во время посадки (в хозяйствах, на базе которых проводили исследования). Уход за посадками включал окучивание (МТЗ-80/82, КОН-2,8 ПМ) или формирование полнообъёмных гребней при «голландской» технологии, обработку гербицидами: до всходов - Зенкор (0,7 кг/га), по всходам гербицидом избирательного действия - Титус (50 г/га) + прилипатель Тренд-90 (200 г/га). Во время вегетации проводилась обработка картофеля инсектицидом Регент (20 г/га) и фунгицидами Сектин Феномен (1,0 кг/га) и Ридомил Голд (2,5 кг/га).

На базе АО «Озёры» картофель выращивали как на богаре, так и при орошении на основе спутникового анализа состояния полей. Удаление ботвы комбинированным способом - за 2 недели до уборки - десикация Реглоном (2 л/га), затем механическое скашивание.

Убирали картофель, в зависимости от района выращивания и задач исследований, по-разному: прицепным копателем с подбором клубней вручную (ЭБ «Коренёво»); прямым комбайнированием и комбинированным способом с использованием прицепных копателей-валкоукладчиков и двухрядных комбайнов со сплошным лемехом по схемам 2+2 и 2+4 (ООО «Таширово») с закладкой клубней на хранение по прямоточной технологии.

Хранили картофель в холодильных камерах ФГБНУ ВНИИКХ при температурах от 2 до 10 °С (в том числе с предварительным гамма-облучением в различных дозах, проводившимся в ФГБНУ ВНИИ радиологии и агроэкологии, г. Обнинск), а также в картофелехранилищах хозяйств вместимостью 1-2 тыс. тонн,

оснащённых системами активной вентиляции и с применением фитогормона этилена (отдельно или в комбинации с препаратом Спад-Ник).

2.2 Программа исследований

Исследования проводились в 5 этапов и включали 5 полевых и 11 лабораторных опытов.

Этап 1. 2008-2011 гг. Определение основных факторов, в наибольшей степени влияющих на пригодность картофеля к вакуумной упаковке и быстрой заморозке, а также их ранжирование по значимости.

Полевой опыт №1 (двухфакторный). Влияние сорта картофеля и доз минеральных удобрений на рост, развитие, урожайность, товарность картофеля, биохимические и потребительские показатели клубней в послеуборочный период и при длительном хранении. Выращивали картофель в Московской области на дерново-подзолистой супесчаной почве (ЭБ «Коренёво»). Схема опыта:

Фактор А - сорт картофеля. Варианты: 1) Удача, 2) Импала, 3) Ред Скарлетт (ранние); 4) Брянский деликатес (среднеранний); 5) Голубизна и 6) Аврора (среднеспелые);

Фактор Б - дозы минеральных удобрений на среднеобеспеченных питательными элементами почвах. Варианты: 1) без удобрений; 2) $P_{60}K_{120}$; 3) $N_{60}P_{60}K_{120}$; 4) $N_{60}P_{120}K_{120}$; 5) $N_{60}P_{120}K_{240}$;

Полевой опыт №2 (двухфакторный). Постановка задачи и схема опыта такая же, как в полевом опыте №1. Выращивали картофель в Пензенской области на чернозёме выщелоченном среднесуглинистом (ООО «Пензасемкартофель»).

Лабораторный опыт №1 (двухфакторный). Влияние температуры хранения сырья и сроков первичной переработки на биохимические и потребительские показатели клубней (выборочно с использованием материала из полевых опытов №1 и №2). Схема опыта:

Фактор А - температура хранения сырья. Варианты: 1) 2-4 °С; 2) 5-7 °С;

Фактор Б - срок переработки. Варианты: 1) осень (в послеуборочный период, сентябрь); 2) зима (январь); 3) весна (апрель).

Лабораторный опыт №2 (двухфакторный). Влияние вида подготовки продукта на пригодность картофеля к вакуумной упаковке и быстрой заморозке (выборочно с использованием материала из полевых опытов №1 и №2, а также лабораторного опыта №1). Схема опыта:

Фактор А - сорт картофеля. Варианты: 1) Удача, 2) Импала, 3) Ред Скарлетт, Жуковский ранний, Леди Клэр (ранние); 4) Брянский деликатес, Красавчик, Гала (среднеранний); 5) Голубизна, 6) Аврора (среднеспелые);

Фактор Б - вид подготовки продукта. Варианты: 1) целые очищенные клубни с глубиной среза 1-2 мм; 2) то же с глубиной среза 3-4 мм; 3) ломтики (толщиной 2-3 мм); 4) брусочки (10x10 мм).

Лабораторный опыт №3 (двухфакторный). Влияние способа подготовки сырья на пригодность картофеля к изучаемым видам первичной переработки. Схема опыта:

Фактор А - сорт картофеля. Варианты – те же, что и в лабораторном опыте №2;

Фактор Б - способ подготовки сырья. Варианты: 1) с предварительным просушиванием очищенных клубней; 2) без предварительного просушивания.

Лабораторный опыт №4 (двухфакторный). Влияние применения консерванта пиросульфита натрия на пригодность картофеля к изучаемым видам первичной переработки. Схема опыта:

Фактор А - сорт картофеля. Варианты – те же, что и в лабораторном опыте №2;

Фактор Б - применение консерванта пиросульфита натрия. Варианты доз: 1) контроль; 2) 1,0%; 3) 1,5%; 4) 2,0%.

Лабораторный опыт №5 (однофакторный). Влияние термической обработки сырых очищенных клубней сорта Гала на пригодность картофеля к вакуумной упаковке. Схема опыта:

Фактор А - термическая обработка сырых очищенных клубней. Варианты: 1) контроль; 2) варка клубней в течение 20 сек с последующим вакуумированием; 3) вакуумирование клубней с последующей варкой в течение 20 сек; 4)

вакуумирование клубней с последующей варкой в течение 30 мин; 5) варка клубней в течение 30 мин с последующим вакуумированием.

Лабораторный опыт №6 (однофакторный). Влияние температуры хранения картофеля сорта Гала в вакуумной упаковке на возможный срок его хранения. Схема опыта:

Фактор А - температура хранения картофеля в вакуумной упаковке. Варианты: 1) 2-3 °С; 2) 5-6 °С; 3) комнатная температура 20 °С.

Этап 2. 2012-2018 гг. Изучение на пригодность к вакуумной упаковке и быстрой заморозке наиболее распространённых и перспективных сортов картофеля различного срока созревания, выращенных в Центральном регионе России (Московская область, ЭБ «Коренёво») на одинаковом оптимальном фоне минерального питания (доза удобрений на среднеобеспеченной питательными элементами почве - $N_{60}P_{60}K_{120}$ при локальном внесении во время нарезки гребней).

Лабораторный опыт №7 (однофакторный). Оценка пригодности сортов картофеля к вакуумной упаковке и быстрой заморозке. В схеме опыта 104 варианта в соответствии с количеством сортообразцов (таблица 22).

Сорта оценивались по морфологическим, биохимическим, потребительским показателям, отходам при механической очистке (трёх типов: абразивная, ножевая и перфорированная ячеистая), максимальному сроку хранения приготовленного продукта. Для проведения лабораторных анализов использовали по 15 кг картофеля каждого сорта (160-140 клубней массой по 90-110 г).

Этап 3. 2015-2017 гг. Изучение уровня механических повреждений клубней в зависимости от сроков завершения уборки.

Лабораторно-полевой опыт №8 (двухфакторный). Механические повреждения клубней в зависимости от сроков завершения уборки при различных способах уборки и ширине междурядий. Схема опыта:

Фактор А - способ уборки. Варианты: 1) прямое комбайнирование; 2) комбинированный способ по схеме 2+2; 3) то же по схеме 2+4.

Фактор Б - ширина междурядий. Варианты: 1) 75 см (только при уборке прямым комбайнированием); 2) 90 см.

Картофель сорта Сатурна (среднепоздний) выращивали в Наро-Фоминском районе Московской области на базе ООО «Таширово» на дерново-подзолистой тяжёлосуглинистой почве. Площадь посадок картофеля в каждом из вариантов 10 га. Исследования проводили в два этапа - на первом определяли производительность уборочного процесса в зависимости от способа уборки и ширины междурядий. На втором этапе исследований картофель с четырёх участков (площадью по 0,5 га) убирали с использованием соответствующей техники в рассчитанные сроки. Отбор проб клубней (3 сетки по 20 кг по каждому из четырёх вариантов) проводили на конечном этапе уборки - при закладке клубней в хранилище. Затем определяли уровень механических повреждений клубней и отход при переработке.

Этап 4. 2014-2017 гг. Изучение возможности повышения урожайности картофеля без использования повышенных доз минеральных удобрений (и, следовательно, без снижения качества клубней как сырья для вакуумной упаковки и быстрой заморозки) при обработке семенных клубней в процессе хранения фитогормоном этиленом (температура 4 °С) по адаптированной к российским условиям технологии фирмы «Restrain». Этилен в данном случае выступает в качестве стимулятора прорастания. Для решения поставленной задачи в условиях Московской области на дерново-подзолистых почвах были заложены 2 полевых опыта. Дозы удобрений при локальном внесении: ЭБ «Коренёво» - $N_{60}P_{60}K_{120}$; АО «Озёры» - $N_{60}P_{120}K_{120}$ (доза фосфора выше на 60 кг/га по д.в. в связи с более низкой обеспеченностью данным элементом почвы - на 120-130 мг/кг).

Полевой опыт №3 (двухфакторный). Влияние обработки семенных клубней картофеля этиленом на урожайность. Мелкоделяночный опыт проводился на ЭБ «Коренёво» (Люберецкий район), гранулометрический состав почвы - супесчаная. Схема опыта:

Фактор А - обработка семенных клубней этиленом. Варианты: 1) контроль (без обработки); 2) газация в дозе 15 мл/м³ начиная с ноября по конец апреля;

Фактор Б - сорт картофеля. Варианты: 1) Леди Клэр (ранний), 2) Гала (среднеранний), 3) Сатурна (среднепоздний).

Полевой опыт №4 (трёхфакторный). Постановка задачи такая же, как в полевом опыте №3. Выращивали картофель на площади 40 га в АО «Озёры» (Озёрский район), почва среднесуглинистая. Схема опыта:

Факторы А и Б с соответствующими вариантами исследований – такие же, как и в полевом опыте №3;

Фактор В - применение орошения. Варианты: 1) контроль (без орошения); 2) 2-3 полива по 200 м³/га с использованием дождевальных машин типа «Фрегат».

Дополнительно в 2015-2018 гг. для сравнения вышеуказанного способа повышения продуктивности картофеля на ЭБ «Коренёво» был заложен полевой опыт по определению влияния гамма-облучения семенных клубней на урожайность (сорт картофеля Леди Клэр, посадка на площади 800 м²).

Полевой опыт №5 (двухфакторный). Влияние гамма-облучения семенных клубней картофеля на урожайность. Схема опыта:

Фактор А - доза гамма-облучения. Варианты: 1) 15 Гр, 2) 25 Гр, 3) 50 Гр;

Фактор Б - температура хранения. Варианты: 1) 4 °С, 2) 6 °С.

Этап 5. 2014-2017 гг. Изучение преимуществ и недостатков применения фитогормона этилена в качестве ингибитора прорастания при хранении картофеля, предназначенного для первичной переработки, отдельно и совместно с препаратом Спад-Ник, доза которого вдвое уменьшена. Влияние этилена на ингибирование прорастания, лёжкость и качество картофелепродуктов сравнивали с вариантами гамма-облучения клубней в дозах от 15 до 150 Гр. Лабораторные опыты проводили на базе хранилищ АО «Озёры» вместимостью по 2000 тонн при температурах хранения 5-7 и 8-10 °С и относительной влажности воздуха (ОВВ) 90-95%.

Лабораторный опыт №9 (двухфакторный). Влияние обработки клубней фитогормоном этиленом и препаратом Спад-Ник при температуре хранения 5-7 °С на лёжкость картофеля, биохимические показатели и качество картофеля в вакуумной упаковке. Схема опыта:

Фактор А - сорт картофеля. Варианты: 1) Леди Клэр (ранний), Сатурна (среднепоздний);

Фактор Б - Обработка картофеля фитогормоном этиленом и препаратом Спад-Ник. Варианты: 1) контроль (без обработки); 2) Спад-Ник 48 мл/т (24 мл/т в октябре + 24 мл/т в декабре); 3) этилен 10 мл/м³ (с ноября по май).

Лабораторный опыт №10 (двухфакторный). Влияние обработки клубней фитогормоном этиленом и препаратом Спад-Ник при температуре хранения 8-10 °С на лёжку картофеля, биохимические показатели и качество быстрозамороженного картофеля. Схема опыта:

Фактор А - сорт картофеля. Варианты: 1) Леди Клэр (ранний), Сатурна (среднепоздний);

Фактор Б - Обработка картофеля фитогормоном этиленом и препаратом Спад-Ник. Варианты: 1) контроль (без обработки); 2) Спад-Ник 104 мл/т (24 мл/т в октябре + 5х16 мл/т через каждые 45 дней); 3) Спад-Ник 48 мл/т (24 мл/т в октябре + 24 мл/т в ноябре) совместно с этиленом 10 мл/м³ (с ноября по май).

Лабораторный опыт № 11 (двухфакторный). Влияние гамма-облучения клубней на лёжку картофеля, биохимические показатели и качество картофелепродуктов. Опыт проводили на базе холодильных камер ФГБНУ ВНИИКХ с использованием раннего сорта Леди Клэр по следующей схеме:

Фактор А - доза гамма-облучения. Варианты: 1) 15 Гр, 2) 25 Гр, 3) 50 Гр; 4) 75 Гр, 5) 100 Гр, 6) 150 Гр;

Фактор Б - температура хранения. Варианты: 1) 4 °С, 2) 6 °С, 3) 10 °С.

По всем вышеперечисленным этапам исследований в полевых опытах определяли: скорость прохождения растениями фенологических фаз развития (всходы, бутонизация, цветение), биометрические показатели (высота и число стеблей на куст), урожайность и товарность урожая (фракции клубней по наибольшему поперечному диаметру 0-50 и >50 мм).

В опытах по хранению определяли: лёжку картофеля (естественная убыль массы, потери на ростки, технический отход, абсолютная гниль); отходы при механической очистке.

В опытах по оценке пригодности сортов картофеля к переработке определяли: биохимические (содержание редуцирующих сахаров, сухого

вещества крахмала, а также витамина «С» и нитратов) и потребительские показатели клубней (устойчивость мякоти к потемнению, сохранность тургора), качество картофеля после пяти, десяти и пятнадцати дней хранения в вакуумной упаковке (оценка по цвету и состоянию твёрдости пакета), качество быстрозамороженного (при -40°C) картофеля через 10 дней; 1; 6 и 12 месяцев хранения в морозильнике (при -18°C) с последующей оценкой по 9-балльной шкале приготовленного из вакуумированного и быстрозамороженного картофеля соответственно варёного картофеля и фри.

Экономическая эффективность рекомендуемых усовершенствованных элементов технологии выращивания, уборки и хранения картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки и быстрой заморозки в Центральном регионе России рассчитывалась по показателю выхода готовой продукции высокого качества с 1 га площади.

2.3 Методики исследований

Подготовку и посадку семенного материала по изучаемым вариантам в полевых опытах во всех регионах выращивания проводили в оптимальные сроки (III декада апреля – I декада мая). При выращивании на ЭБ «Коренёво» площадь делянок – 25 м^2 при трёхкратной повторности; в АО «Озёры» и ООО «Таширово» площадь экспериментальных участков – по 40 га.

Агрохимическая характеристика почвы: гумус по Тюрину (ГОСТ 26213 - 91); P_2O_5 и K_2O - по Чирикову и Кирсанову (ГОСТ 26207-91); pH(сол) потенциометрически (ГОСТ 26483-85); гидролитическая кислотность - по Каппену в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91) [77].

Внесение минеральных удобрений - локально при нарезке гребней или при посадке в дозах: 1) без удобрений; 2) $\text{P}_{60}\text{K}_{120}$; 3) $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$; 4) $\text{N}_{60}\text{P}_{120}\text{K}_{120}$; 5) $\text{N}_{60}\text{P}_{120}\text{K}_{240}$.

Метеоусловия – по данным Коренёвской, Пачелмской (ID 27858) и Каширской (ID 27627) метеостанций, являющихся ближайшими соответственно

от Нижнеломовского района Пензенской области и Озёрского района Московской области, где проводили исследования.

Фенологические наблюдения проводили по методике исследований по культуре картофеля [7]. В течение вегетации отмечали начало появления всходов, полные всходы, вступление в фазу бутонизации и цветения.

Биометрические показатели - высоту растений, число стеблей на куст определяли в фазу цветения [7, 202].

Механические повреждения клубней при уборке определяли согласно методическим указаниям по оценке селекционного материала картофеля на устойчивость клубней к механическим повреждениям [233].

Урожай и товарность урожая определяли методом сплошной копki делянок картофелекопателем с последующим сбором клубней вручную (на ЭБ «Коренёво») или по данным бухгалтерских отчётов при уборке комбайнами и копателями-погрузчиками при крупнотоварном производстве (АО «Озёры», ООО «Таширово») и взвешиванием клубней по фракциям 0-50 мм и более 50 мм [35].

Аналитические исследования выполняли в лаборатории хранения и переработки картофеля, агрохимии и биохимии ФГБНУ ВНИИКХ. Ранжирование факторов, определяющих пригодность картофеля к переработке, проводилось на основании анализа массива данных, приведённых в приложениях К, Л.

Температура и относительная влажность воздуха (ОВВ). В опытах, проводимых в холодильных камерах ВНИИКХ и камерах с РГС во ВНИИХИ картофель хранили при температурах 2-4 и 5-7 °С. В картофелехранилищах АО «Озёры» (арочного типа вместимостью по 2000 т) температура хранения в зависимости от назначения картофеля поддерживалась на уровне 2-4, 5-7 и 8-10 °С; в картофелехранилищах ООО «Таширово» (кирпичные вместимостью 1000 т) - 2-4 °С. ОВВ во всех случаях в основной период хранения поддерживалась на уровне 90-95%.

Лёжкость клубней при хранении (сентябрь – апрель) с определением общих отходов, естественной убыли массы, абсолютной, технической гнили, потерь на ростки определяли по методическим указаниям ВАСХНИЛ [72, 155, 166, 162].

Для определения этих показателей на хранение закладывали сетки с клубнями массой 5 кг в пятикратной повторности. При крупнотоварном производстве картофеля в условиях АО «Озёры» сетки размещались в арочных хранилищах равномерно в пяти зонах на глубине 30 см.

Обработка препаратом Спад-Ник осуществлялась в арочных хранилищах АО «Озёры» с использованием системы активной вентиляции методом продува распылённого аэрозоля через насыпь картофеля. Обработку проводили в двух вариантах – при полной рекомендуемой дозе 104 мл/т (дробно: 48 мл/т в октябре, 24 мл/т в декабре, 16 мл/т в январе и 16 мл/т в феврале) и при половинной дозе 48 мл/т (только в октябре) с последующей газацией хранилища этиленом.

Обработка клубней этиленом осуществлялась согласно рекомендациям фирмы-производителя «Restrained» на базе хранилищ АО «Озёры» (картофель класса «элита» сортов Леди Клэр (ранний), Гала (среднеранний), Сатурна (среднепоздний). Газогенератор устанавливали на полу в тамбуре хранилища, датчик концентрации этилена размещали в центре хранилища поверх насыпи картофеля. Концентрация этилена на заданном уровне (10 мл/м³ на продовольственном картофеле и 15 мл/м³ на семенном) поддерживалась в хранилище с ноября по конец апреля за счёт автоматического включения газогенератора по показаниям датчика-газоанализатора в тех случаях, когда концентрация этилена падала ниже заданного уровня.

Гамма-облучение (кобальт-60) семенного и предназначенного для первичной переработки картофеля при различных дозах (контроль, 15, 25, 50, 100 и 150 Гр) проводили на стационарной установке в ФГБНУ ВНИИРАЭ с последующим хранением облучённых клубней в холодильных камерах ФГБНУ ВНИИКС и посадкой на поле ЭБ «Коренёво».

Биохимические и потребительские показатели клубней, а также величину отходов при механической очистке клубней определяли в соответствии с методическими указаниями по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению [75, 78, 160, 162]. Сухое вещество и крахмал - по удельной массе клубней; редуцирующие сахара – методом с использованием тест-

полосок «Уриглюк-1» и реактива Самнера; витамин «С» по И.К. Мурри; нитраты – ионометрическим методом по ГОСТу 29270-95 [36].

Картофель в вакуумной упаковке. Клубни массой 1,5 кг мыли, очищали ножом (сразу или при доочистке после применения различных типов систем очистки) и промывали проточной водой с целью удаления свободного крахмала и сахаров с поверхности. Вакуумированный картофель с учётом вариантов подготовки сырья (контроль; предварительное просушивание; обработка консервантом пиросульфитом натрия) хранили в холодильнике при температурах 2-3 и 5-6 °С. Потребительские показатели продукта (устойчивость мякоти к потемнению и сохранность тургора клубней в вакуумном пакете) оценивали по 9-балльной шкале (минимальный уровень - 1 балл; отличный - 9 баллов; нижняя граница хорошего качества - 6 баллов).

Варёный и жареный на сковороде картофель после хранения в течение 5, 10 и 15 дней в вакуумной упаковке. Качество готового продукта (цвет, запах, вкус и консистенцию) определяли по девятибалльной шкале. Сравнение проводилось с контролем – невакуумированными свежими клубнями после их варки или жарки.

Быстрозамороженный картофель. Отбирали клубни длиной не менее 50 мм, мыли, очищали ножом, резали на брусочки сечением 10х10 мм, промывали. Затем отделяли мелочь и брусочки неправильной формы, фасовали в пакеты массой 500 г и замораживали в морозильной камере при температуре -35-40 °С (для исключения слипания брусочков пакеты встряхивали через 5 мин после закладки в камеру). После замораживания пакеты с брусочками хранили при температуре -18 °С в течение 12 месяцев с проведением оценок качества продукта через 10 дней, 1, 6 и 12 месяцев по 9-балльной шкале (цвет типичен для свежеччищенного картофеля, без потемнений – 9 баллов, то же, но со слабым сероватым оттенком – 7; слабое потемнение – 5; сильное - 3; очень сильное – 1 балл) [16, 53, 76, 162].

Картофель фри (контроль и после быстрой заморозки). Обжаривали при температуре 160-170 °С до полной кулинарной готовности. Оценку проводили по показателям - цвет и консистенция [162]. Математическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [44].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Глава 3 ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ СОРТА, УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ СТОЛОВОГО КАРТОФЕЛЯ, БИОХИМИЧЕСКИЕ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КЛУБНЕЙ

Полевые опыты по определению влияния условий выращивания на урожайность и качество клубней (на этапе изучения основных факторов, определяющих пригодность картофеля к вакуумной упаковке и быстрой заморозке) проводились в 2008-2011 гг. на шести сортах картофеля различного срока созревания (ранние - Удача, Импала, Ред Скарлетт; среднеранний - Брянский деликатес; среднеспелые - Голубизна и Аврора) при выращивании их в Центральном регионе России (Московская область, Люберецкий район) на экспериментальной базе ФГБНУ ВНИИКХ «Коренево» (почва дерново-подзолистая супесчаная), а также для сравнения дополнительно в Средневолжском (Пензенская область, Нижнеломовский район) в ООО «Пензасемкартофель» (чернозём выщелоченный среднесуглистый).

Выращивая картофель в качестве сырья для вакуумной упаковки и быстрой заморозки (с учётом требований к конечному продукту при его последующей варке и жарке) первостепенное значение приобретает вопрос качества получаемых клубней. Известно, что в процессе созревания химический состав клубней значительно изменяется - в молодых клубнях содержание сухого вещества, крахмала и белка ниже, чем в зрелых, кроме того в них ниже отношение крахмал / сахар.

По данным многих авторов [5, 31, 32, 43, 58, 71, 108, 134, 136, 137, 139, 229, 232, 251], применение повышенных доз азотных удобрений приводит к мощному развитию надземной массы, ассимиляционного аппарата растений. В связи с этим отток пластических веществ из листьев в аккумулирующие органы ослабевает, интенсивность накопления крахмала снижается. Азотные удобрения усиливают рост ботвы, что удлиняет вегетативный период, и происходит задержка

созревания (особенно у сортов более поздних сроков созревания), кроме того ухудшаются потребительские показатели клубней и лёжка картофеля, возрастает количество нитратов [90]. Известно также, что картофель отрицательно реагирует на недостаточное фосфорное и калийное питание. Фосфор способствует более быстрому формированию клубней, росту содержания в них крахмала и в целом улучшению потребительских качеств картофеля (консистенция, вкус). Калийные удобрения (несодержащие хлора) также способствуют повышению крахмалистости клубней и, кроме того, улучшают устойчивость мякоти сырых и варёных клубней к потемнению [57, 73, 86, 87, 97, 209, 210, 213, 214].

Поэтому в наших исследованиях, исходя из поставленной задачи получения не только высоких количественных, но и качественных характеристик урожая, были выбраны следующие дозы минеральных удобрений при локальном внесении (диаммофоска, аммиачная селитра, калимагнезия): 1) Без удобрений (контроль); 2) $P_{60}K_{120}$; 3) $N_{60}P_{60}K_{120}$; 4) $N_{60}P_{120}K_{120}$; 5) $N_{60}P_{120}K_{240}$. В дальнейшем после уборки и прохождения лечебного периода с целью определения оптимальной температуры хранения сырья для вакуумной упаковки и быстрой заморозки картофель хранили при двух температурах - 2-4 и 5-7 °С.

3.1 Метеорологические условия

Сравнивая метеоусловия двух регионов выращивания картофеля по среднегодовым климатическим данным, необходимо отметить, что вегетационный период (май-август) в Нижнеомовском районе Пензенской области несколько более тёплый и сухой (температура воздуха выше на 1,4 °С, а количество осадков ниже на 31,5 мм или 13,8%), чем в Люберецком районе Московской области (приложение А).

В годы проведения данного этапа исследований (2008-2011) метеоусловия сильно различались по годам (рисунки 3-6, приложение А). Так, вегетационный период 2008 года в целом можно охарактеризовать как наиболее благоприятный из них. Температура воздуха на ЭБ «Коренёво» (Московская обл., Люберецкий р-н)

была близка к среднегодовой норме (98,8%), а количество осадков было даже выше обычных для данного региона (на 37,8%). Однако значительная часть осадков выпала во 2-3 декадах мая (т.е. ещё до появления всходов картофеля и потому была малоэффективна), а в июне, когда растения активно росли, осадков выпало даже чуть меньше многолетней нормы. Тем не менее, за счёт накопления влаги в почве ещё с майских осадков и выпадения значительного количества осадков в июле (+44,6% к среднегодовой норме, ГТК = 1,3), являющегося для большинства сортов картофеля наиболее важным месяцем, т.к. именно в нём происходит активное клубнеобразование в фазу бутонизации-цветения (так называемый «критический период» развития картофеля) растения показали высокую урожайность, особенно с учётом эффекта от внесения минеральных удобрений, которые в условиях достаточной влагообеспеченности были максимально эффективными.

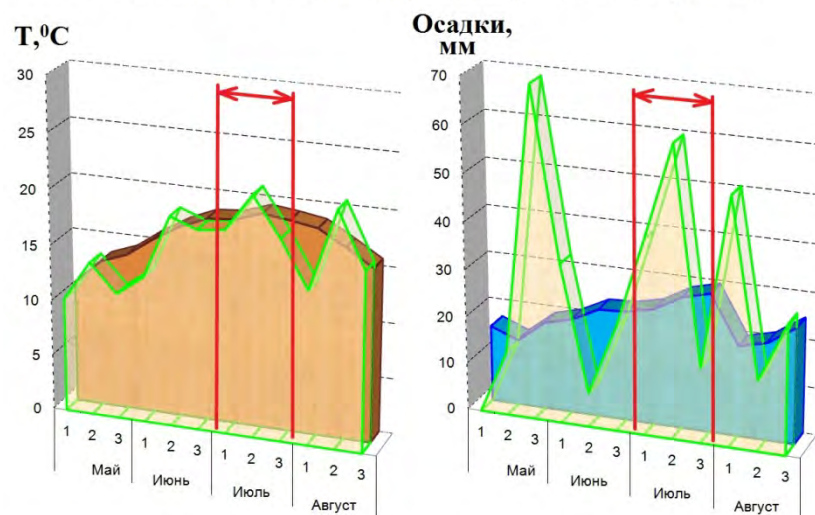
Схожая ситуация по температуре воздуха и распределению осадков наблюдалась в вегетационный период 2008 года и в Нижнеомовском районе Пензенской области (рисунок 3). Здесь осадков в июле выпало по сравнению со среднегодовой нормой даже ещё больше (+68,1%, ГТК = 1,5), однако затем, до середины августа, осадков было вдвое меньше нормы при температуре воздуха на 2 °С выше обычной. Таким образом, для закладки большого количества клубней с куста условия были благоприятными, но заключительный этап накопления урожая проходил в условиях незначительной засухи.

В 2009 году погодные условия для роста и развития растений картофеля были в целом удовлетворительными, но в обоих регионах всё же менее благоприятными, чем в 2008 году (рисунок 4). Особенно это касается Люберецкого р-на Московской области (ЭБ «Коренёво»), где температура воздуха была выше как в течение всего вегетационного периода (на 0,7 °С), так и в критическую фазу клубнеобразования картофеля во 2-3 декаду июля (на 1,2-2,7 °С), что, в совокупности с почти вдвое меньшими по сравнению с многолетними осадками в 1-2 декадах июля (ГТК = 0,6), привело к некоторой задержке развития растений, которая, впрочем, вскоре была отчасти компенсирована осадками в 3-ей

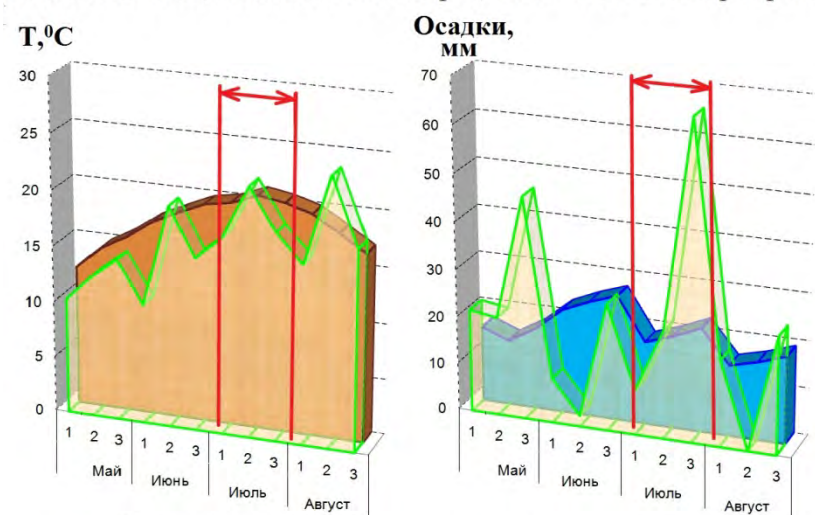
декаде июля и 1й августа (в 1,5-2 раза выше нормы). Сорта ранней группы спелости при этом оказались в менее выгодной ситуации.

В Нижнеломовском районе Пензенской области нехватка осадков в вегетационный период (89,1% в сравнении со среднемноголетней нормой, ГТК = 0,7) имела меньшее отрицательное воздействие на рост и развитие растений в связи с более низкой температурой воздуха в этот период (96,6%), т.е. было немного сухо, но не жарко. Осадков выпало меньше нормы, но распределены они были достаточно равномерно, а с учётом большей влагоёмкости чернозёмной почвы по сравнению с дерново-подзолистой, растения существенного стресса не испытывали.

Московская обл., Люберецкий р-н, ЭБ "Коренёво"



Пензенская обл., Нижнеломовский р-н, ООО "Пензасемкартофель"



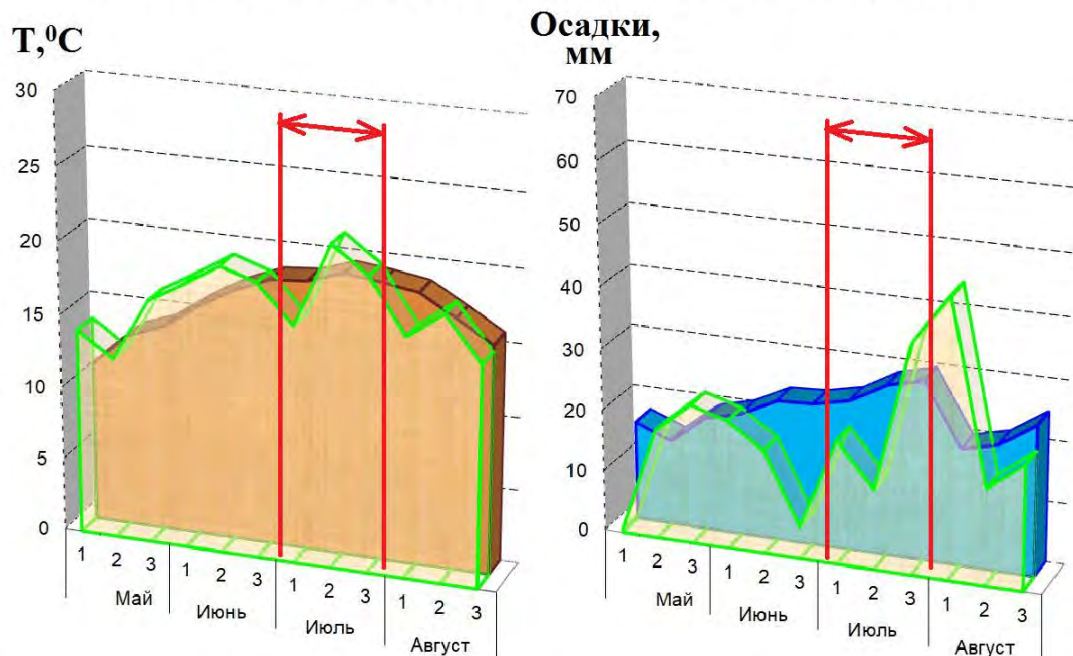
Температура воздуха, °C
 ■ - среднемноголетняя
 ■ - в 2008 г.

Количество осадков, мм
 ■ - среднемноголетняя норма
 ■ - в 2008 г.

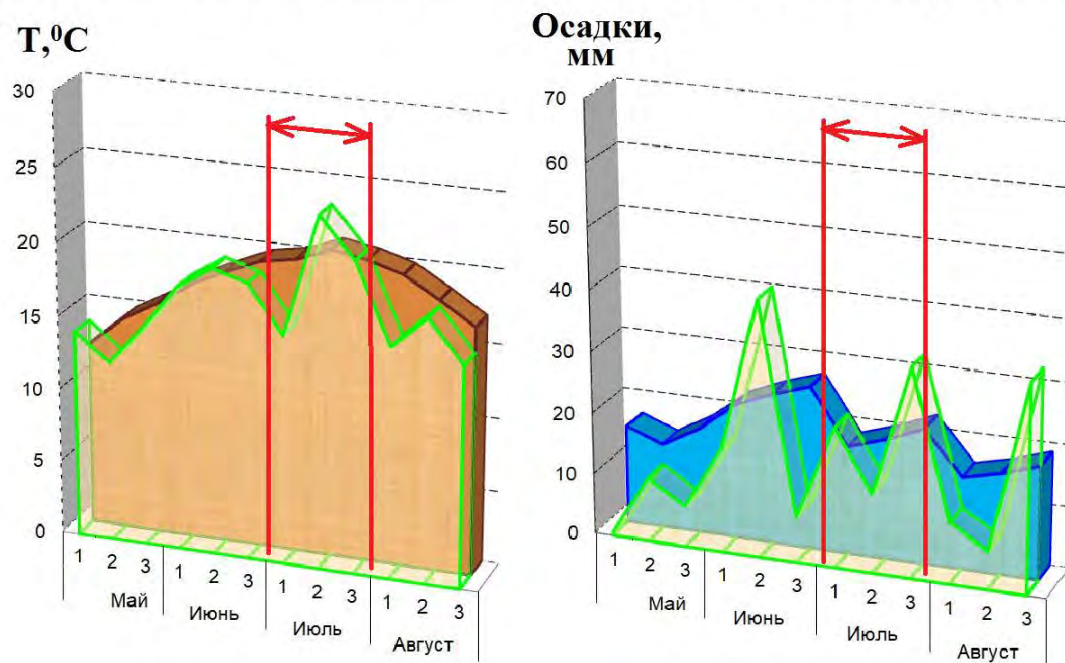
↔ - Критическая фаза развития растений картофеля (бутонизация-цветение)

Рисунок 3. Метеорологические условия в 2008 г

Московская обл., Люберецкий р-н, ЭБ "Коренёво"



Пензенская обл., Нижнеломовский р-н, ООО "Пензасемкартофель"



Температура воздуха, °С

- среднееголетняя
- в 2009 г.

Количество осадков, мм

- среднееголетняя норма
- в 2009 г.

↔ - Критическая фаза развития растений картофеля (бутонизация-цветение)

Рисунок 4. Метеорологические условия в 2009 г

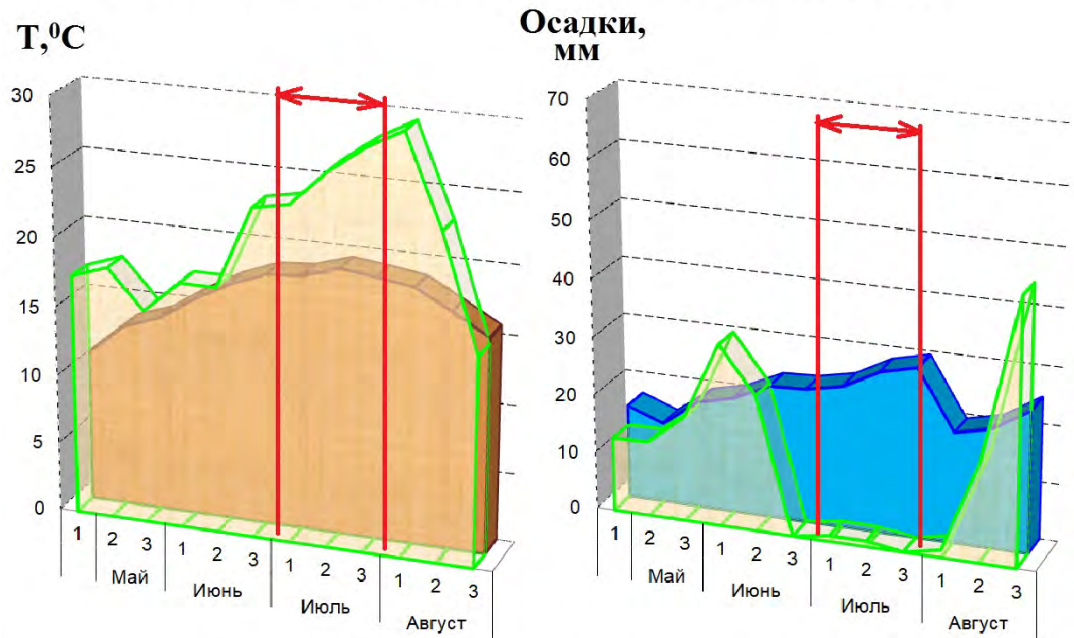
Совершенно иначе обстояли дела с погодой в обоих регионах выращивания в вегетационный период в 2010 году (приложение А, рисунок 5).

Рекордные для средней полосы России за более чем вековую историю наблюдений температуры воздуха летом 2010 года пришлись на июль и первую декаду августа. Среднемесячная температура июля в Люберецком районе Московской области по данным метеостанции «Коренёво» составила $26,5^{\circ}\text{C}$, а в Нижнеломовском районе Пензенской области по данным Пачелмской метеостанции ID 27858 (ближайшая к опытному полю) - $26,2^{\circ}\text{C}$, что не только выше на $7-8^{\circ}\text{C}$ среднемноголетней нормы этих регионов, но и, например, таких городов, как Астрахань, Ростов-на-Дону, Краснодар, Сочи и близко к норме июля для Каира, Саудовской Аравии и Арабских Эмиратов. Всего в Центральной России летом 2010 года было около 40 дней с температурой воздуха, превышающей 30°C , большая часть из которых пришлась на период с середины июля по середину августа (норма - 4 дня). В течение 15 дней температура воздуха превышала 35°C (норма - 1 день в 4 года), из них 8 дней непрерывно в третьей декаде июля.

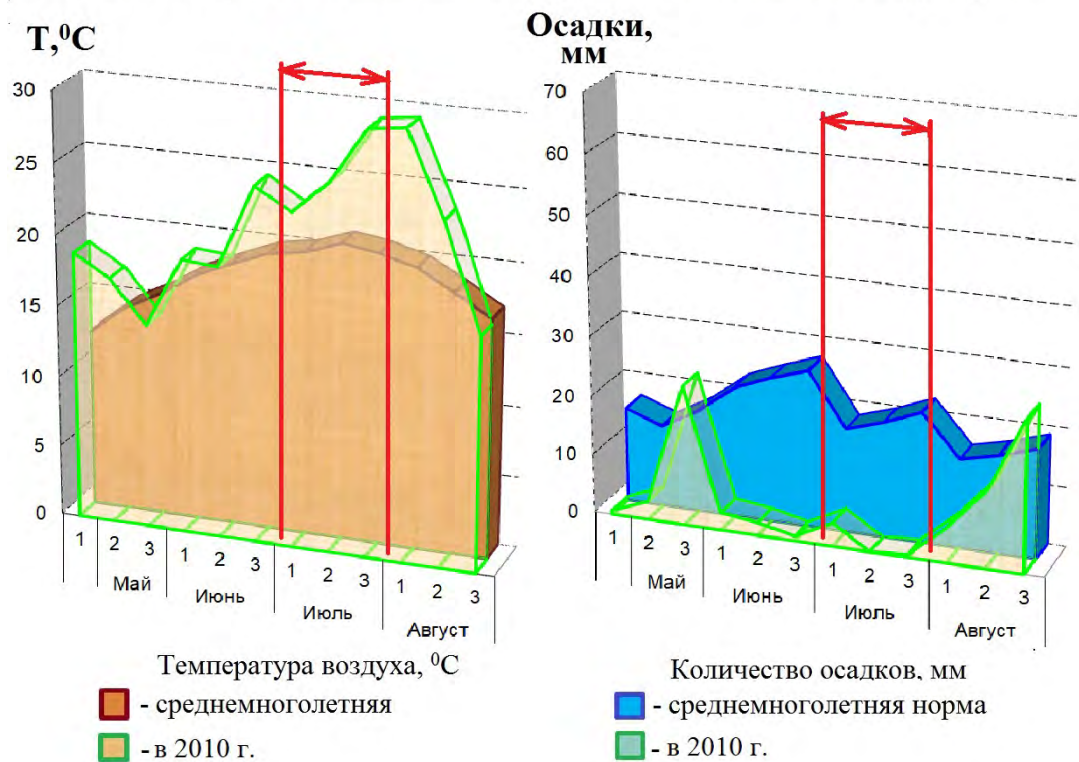
Небывалая жара усугубилась отсутствием осадков ($\text{ГТК} < 0,1$). В Люберецком районе Московской области дождей практически не было в течение 5 декад подряд - с 3-ей июня по 1-ю декаду августа включительно. В этот период зафиксировано выпадение лишь $3,3$ мм осадков, которые, с учётом экстремальных температур, испарились не достигнув корневой системы растений и не могли быть использованы продуктивно. Температура почвы при этом достигала $27,1^{\circ}\text{C}$, что также крайне негативно сказывалось на формировании клубней (рисунок 5).

В Нижнеломовском районе Пензенской области ситуация с осадками была ещё хуже (рисунок 5). Здесь их практически не было 7 декад подряд (весь июнь, июль и 1-ю декаду августа). За это время суммарно выпало вместо обычных $147,0$ лишь $16,5$ мм осадков (дробно по $2-4$ мм на декаду, что, опять же, с учётом скорости испарения влаги при высоких температурах воздуха не дало растениям возможности использовать продуктивно даже и эти мизерные количества). Причём в последующей второй декаде августа выпало лишь $13,0$ мм ($78,8\%$ от среднемноголетней нормы), т.е. и эти осадки не могли исправить положение.

Московская обл., Люберецкий р-н, ЭБ "Коренёво"



Пензенская обл., Нижнеломовский р-н, ООО "Пензасемкартофель"



Температура воздуха, $^\circ\text{C}$
 - среднееголетняя
 - в 2010 г.

Количество осадков, мм
 - среднееголетняя норма
 - в 2010 г.

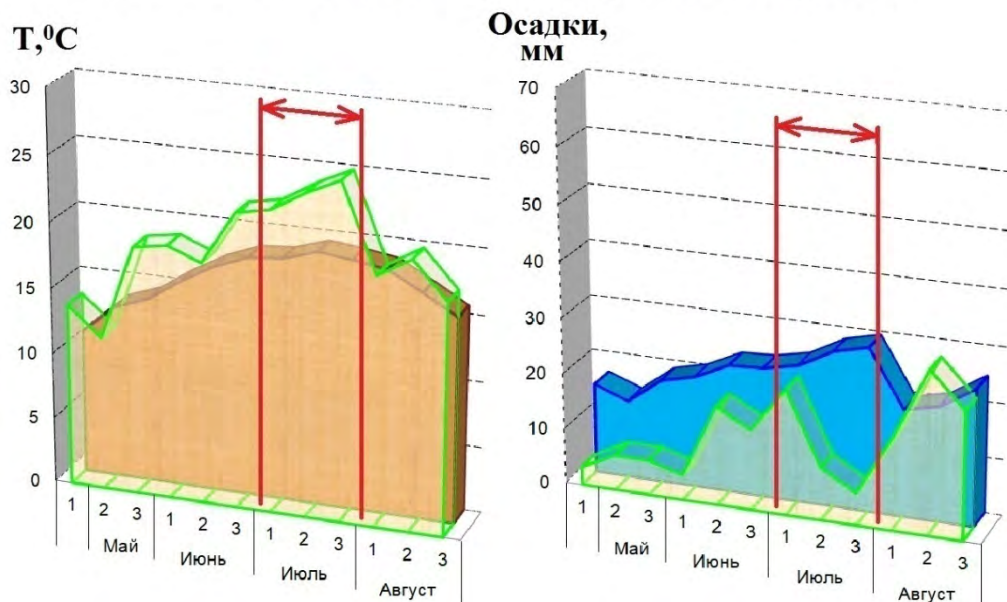
↔ - Критическая фаза развития растений картофеля (бутонизация-цветение)

Рисунок 5. Метеорологические условия в 2010 г

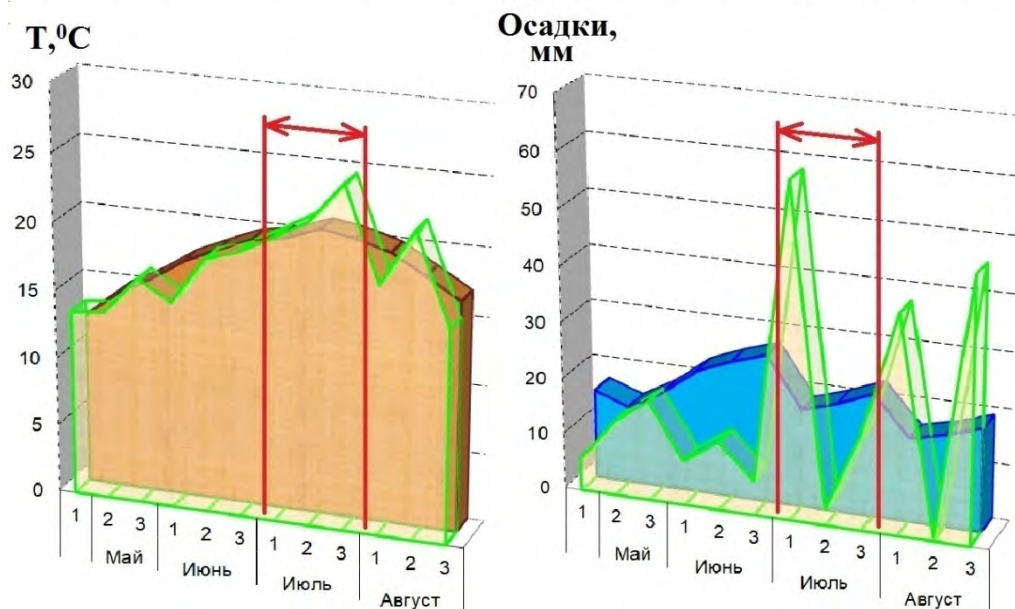
Метеорологические условия вегетационного периода 2011 года в Московской и Пензенской областях, в отличие от трёх предшествующих лет, значительно отличались друг от друга.

В Люберецком районе Московской области погода была жаркой и сухой. Температура воздуха за 4 месяца в целом была выше среднеголетней на $3,0^{\circ}\text{C}$, а в июле, наиболее важном с точки зрения формирования клубней, на $4,4-6,6^{\circ}\text{C}$ в зависимости от декады (рисунок 6).

Московская обл., Люберецкий р-н, ЭБ "Коренёво"



Пензенская обл., Нижеломовский р-н, ООО "Пензасемкартофель"



Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$

■ - среднеголетняя

■ - в 2011 г.

Количество осадков, мм

■ - среднеголетняя норма

■ - в 2011 г.

↔ - Критическая фаза развития растений картофеля (бутонизация-цветение)

Рисунок 6. Метеорологические условия в 2011 г

Осадков с мая по август выпало 159,3 мм (61,3% от среднегодовой нормы), что даже немного меньше, чем в экстремальный 2010-й год. Однако если в 2010-ом году основная их часть пришлась на не самый продуктивный период (май и начало июня, когда растения ещё только всходили и не нуждались так остро во влаге, так как могли использовать влагу из материнского клубня), а затем, когда потребность во влаге возникла, - попали под непрерывную двухмесячную засуху, то в 2011 году распределение осадков для растений картофеля было более благоприятным - в мае их выпало, наоборот, мало (но они особо в этот момент и не требовались), а затем, в июне - июле их хоть и было меньше среднегодовой нормы, но зато они были распределены равномерно по декадам и поэтому последствия для растений картофеля в 2011 году были не столь катастрофичны, как в 2010-ом (хотя дефицит влаги во второй-третьей декадах июля при ГТК = 0,5 всё же сказался на картофеле отрицательно). Август был теплее обычного, осадков выпало немного выше нормы – ГТК августа – 1,17.

В Нижнеломовском районе Пензенской области 2011 год, напротив, оказался одним из наиболее благоприятных для роста и развития картофеля (рисунок 6). Температура воздуха и количество осадков были чуть выше среднегодовых. Осадков выпало не так много, как, например, в 2008 году, однако по эффективности они не уступали за счёт более оптимального для растений картофеля распределения по времени - меньше в мае и начале июня (некритичный период), но зато достаточно много в июле (ГТК = 0,8) и августе, когда активно формировались клубни и шло накопление урожая. К тому же большая влагоёмкость чернозёмной почвы «сглаживала» перепады максимумов и минимумов осадков по месяцам.

3.2 Фенологические фазы развития и биометрические показатели растений

В полевых опытах отмечалась скорость прохождения растениями фенологических фаз развития (входы, бутонизация, цветение) и биометрические показатели (число стеблей на куст и высота растений в фазу бутонизации).

При прочих равных факторах (год, тип почвы, дозы минеральных удобрений) растения развивались в соответствии со своей группой спелости – ранние - Удача, Импала, Ред Скарлетт проходили соответствующие фенофазы на 3-10 дней раньше, чем среднеспелые - Голубизна и Аврора. Сорт Брянский деликатес, несмотря на принадлежность к среднеранней группе спелости, характеризовался более поздним прохождением фенофаз развития, что особенно сильно проявилось в наиболее жаркий и засушливый 2010 год (приложение Б).

Начало всходов по всем сортам картофеля на чернозёме выщелоченном в условиях Пензенской области отмечено на 1-2 дня раньше, а фаза полных всходов на 1-2 дня позже, чем при выращивании на дерново-подзолистой супесчаной почве в условиях Подмосковья. Некоторая неравномерность и задержка полных всходов на чернозёме среднесуглинистом объясняется его более тяжёлым механическим составом в сравнении с лёгкой супесью, что несколько затрудняло пробивание ростков к поверхности гребней.

В годы исследований (2008-2011) засухи в мае, т.е. на начальном этапе развития растений, не наблюдалось, что, с учётом запасов влаги в маточных клубнях, способствовало быстрому прорастанию растений картофеля (особенно при увеличении доз удобрений, рисунок 7). Однако в последующие месяцы (июнь-август) метеоусловия по годам сильно разнились, что сказывалось на скорости прохождения растениями фенофаз развития (таблица 6 на примере раннего сорта Удача).

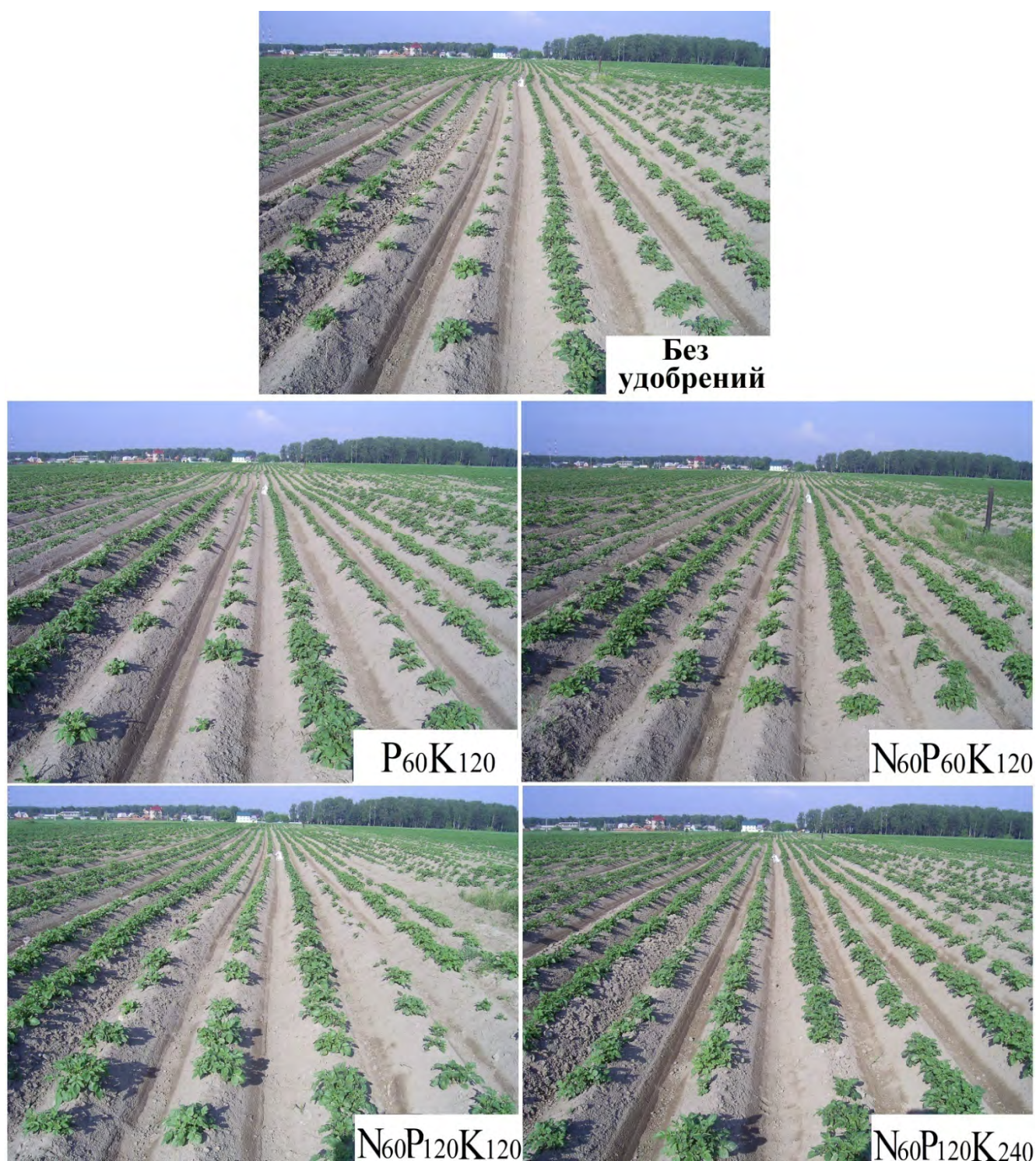


Рисунок 7. Развитие растений картофеля изучаемых сортов в зависимости от доз минеральных удобрений через 38 дней после посадки на дерново-подзолистой супесчаной почве (Люберецкий р-н, Московская обл., ЭБ «Коренёво», 2008 г.)

Таблица 6 - Прохождение растениями картофеля основных фаз развития от посадки до полного цветения (в днях) в зависимости от региона выращивания и дозы минеральных удобрений (ранний сорт Удача)

[illegible]

В наиболее благоприятном для роста и развития растений 2008 году к 65-му дню от посадки на дерново-подзолистой супесчаной почве (Московская область) растения в зависимости от сорта приближались к фазе цветения, в то время как на чернозёме выщелоченном (Пензенская область) они ещё находились в фазе полной бутонизации, т.е. отставали в развитии на 5-7 дней (рисунок 8). Это было обусловлено более низкой температурой в Пензенской области в мае 2008 года (на 2-3 °С по сравнению со среднемноголетней и с той, что была в это время в Московской области), что привело к задержке развития растений как на стадии всходов (на 2-3 дня), так и бутонизации. На 65-й день от посадки большинство сортов и, особенно, Удача на дерново-подзолистой почве уже начали цвести (рисунок 9) и сформировали по 7-15 клубней на куст в зависимости от сорта и дозы минеральных удобрений.

В 2009 и 2011 годах растения проходили фенологические фазы развития несколько медленнее (приложение Б), чем в наиболее благоприятном 2008 году.

Известно, что материнский клубень, как источник влаги для нового растения, имеет несомненно большое значение [90, 100]. Так, при высадке 2,5-3,0 т семенного материала будущие растения получают на 1 га около 1800-2300 кг полностью доступной для них влаги в верхнем горизонте почвы. Запас влаги в материнском клубне обеспечивает появление всходов растения, и проникновение корневой системы в более увлажнённые слои почвы и подпочвы. В дальнейшем необходимое количество влаги молодое растение получает непосредственно из почвы, а запасы влаги материнского клубня выполняют роль страхового фонда, которым покрывается недостаток почвенной влаги в наиболее напряжённые часы суток. Но роль запасного резервуара влаги, по данным Федотовой Л.С., Тимошиной Н.А., Кравченко А.В. [230], выполняет не только материнский клубень, но и клубни, образуемые самим растением. Этим объясняется их увядание в почве, наблюдаемое на юге в жаркую погоду при недостатке влаги. Аналогичная картина наблюдалась и при выращивании картофеля в условиях экстремально жаркого и засушливого 2010 года практически во всей средней полосе России.



Рисунок 8. Развитие растений картофеля через 65 дней после посадки: а) на дерново-подзолистой супесчаной почве в Люберецком районе Московской области (ЭБ «Коренёво»); б) на чернозёме выщелоченном в Нижнеломовском районе Пензенской области, 2008 г

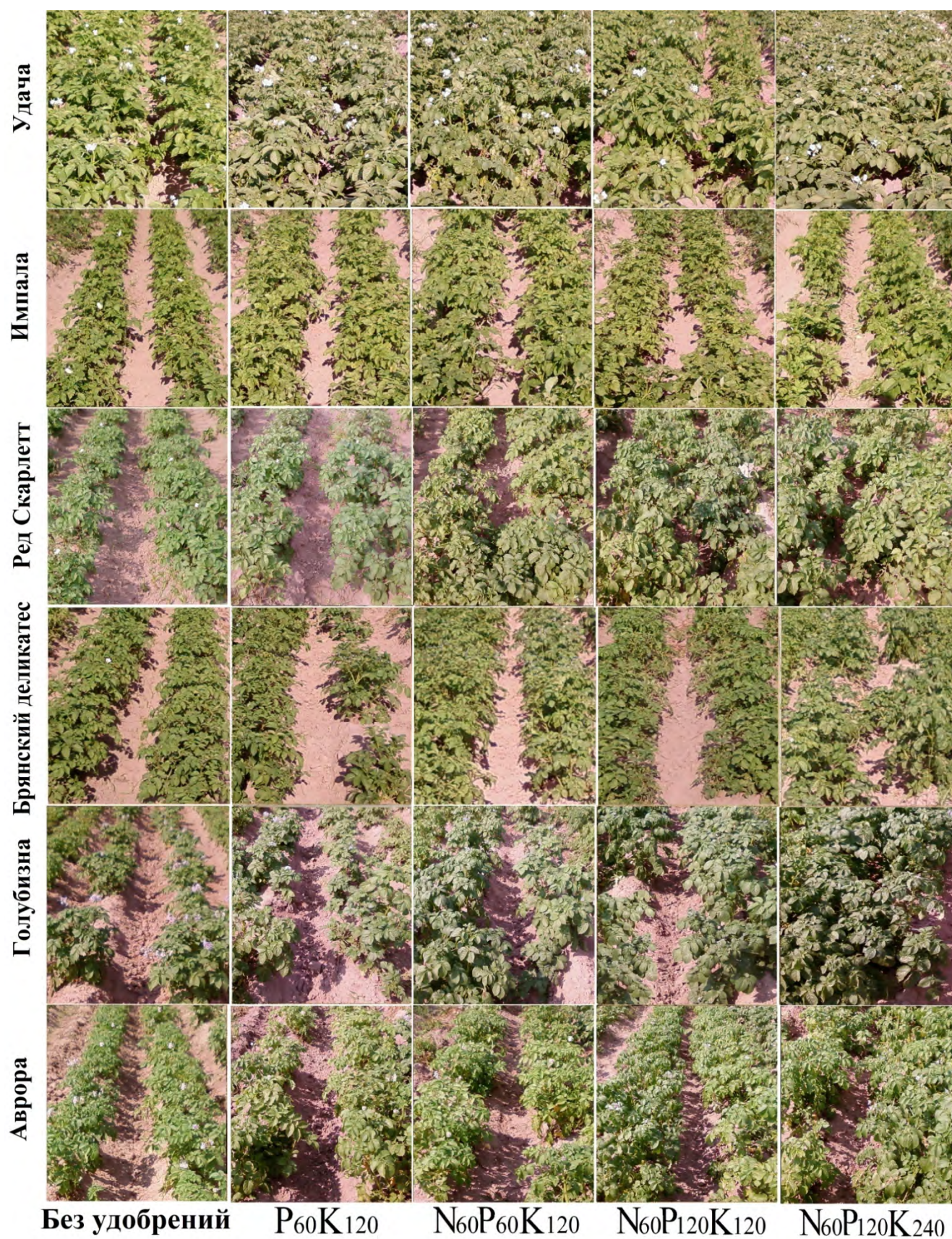


Рисунок 9. Развитие ботвы изучаемых сортов картофеля на 65-й день после посадки в зависимости от доз минеральных удобрений на дерново-подзолистой супесчаной почве в 2008 г. (ЭБ «Коренёво», Московская область, Люберецкий район)

В 2010 году разница в прохождении фенофаз развития при выращивании картофеля на обоих типах почвы была особенно заметной. При этом в первой половине вегетации на стадии всходов (в обоих регионах выращивания) и до начала бутонизации (в Московской области) растения картофеля развивались быстрее, чем в остальные годы, что было обусловлено более высокой температурой в мае 2010 года (на 4-5 °С). Однако затем, в фазе бутонизации, происходило отставание растений в развитии из-за засухи, и в результате фаза полного цветения в неблагоприятном 2010 году в среднем по сортам наступила на 23-27 дней позже, чем в благоприятном 2008 году независимо от доз удобрений (рисунки 10-11).

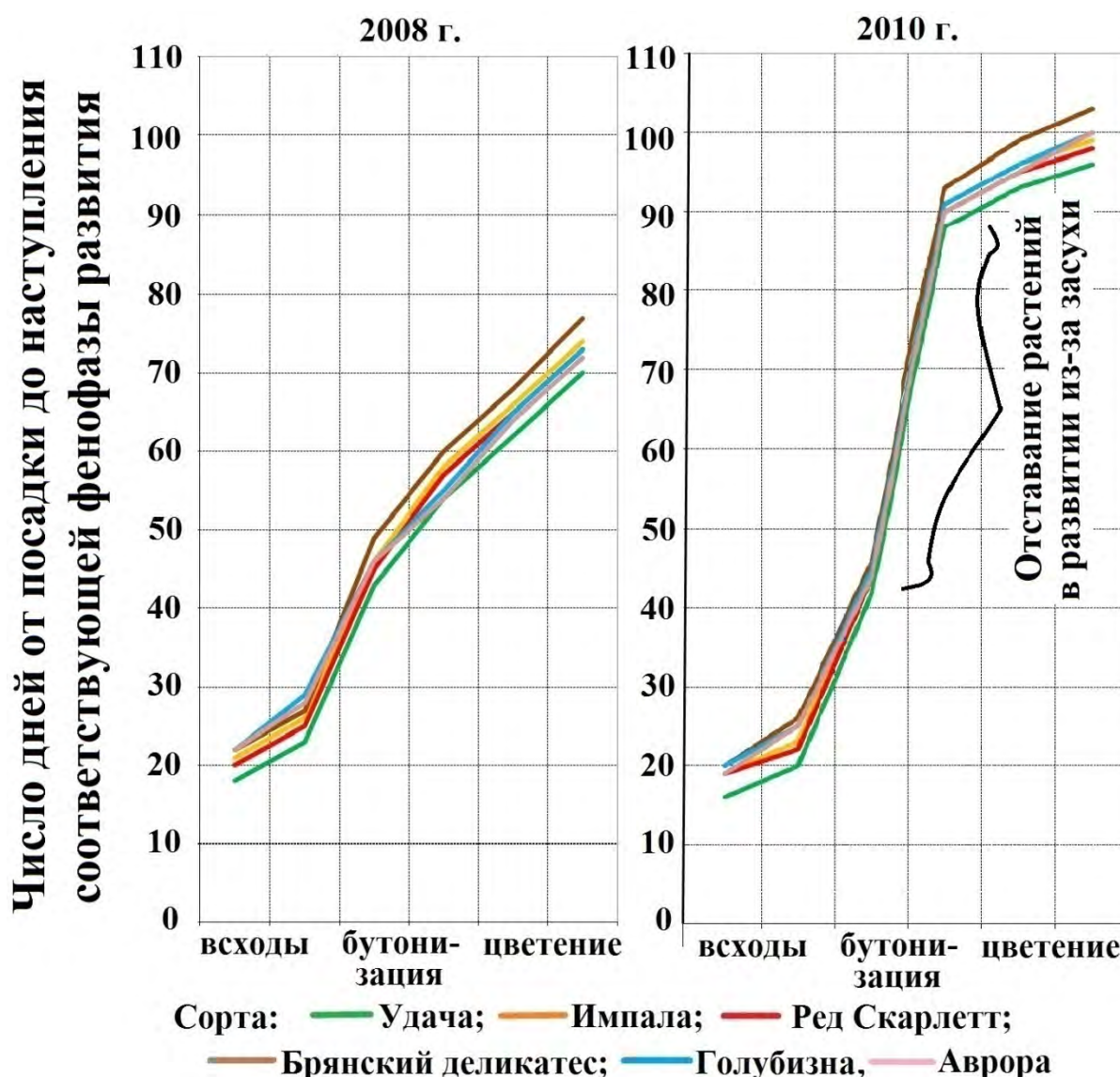


Рисунок 10. Прохождение растениями фенологических фаз развития в 2008 и 2010 годах на дерново-подзолистой супесчаной почве при дозе минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{120}$ (Московская область, Люберецкий район)

Оценивая реакцию изучаемых сортов на почвенно-климатические условия выращивания за годы исследований, можно сделать вывод, что наименее засухоустойчивым оказался сорт Брянский деликатес, который в неблагоприятных условиях резко отставал в развитии, а сорт Удача, напротив, наиболее засухоустойчив и проходил фенологические фазы развития быстрее остальных сортов даже при крайне неблагоприятных погодных условиях (рисунок 11).

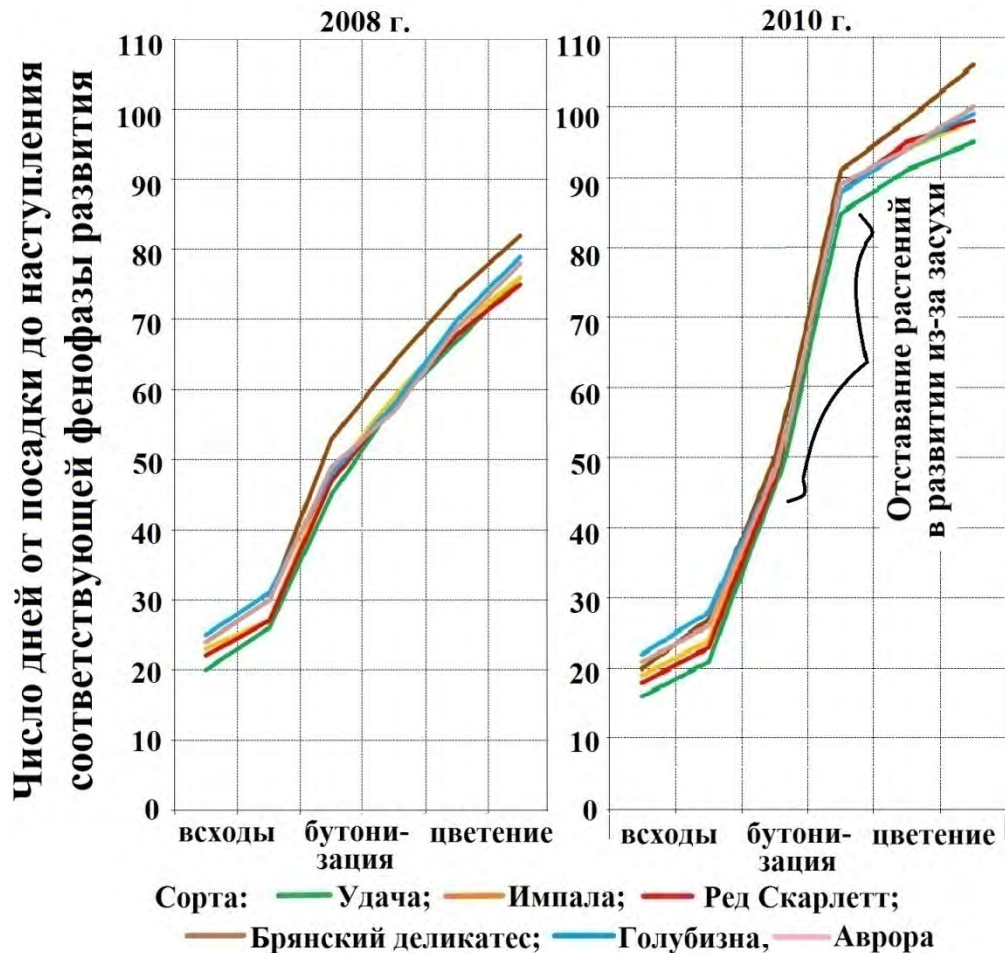


Рисунок 11. Прохождение растениями фенологических фаз развития в 2008 и 2010 годах на чернозёме выщелоченном среднесуглинистом при дозе минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{120}$ (Пензенская область, Нижнеломовский район)

Увеличение доз минеральных удобрений двояко влияло на скорость прохождения растениями фенологических фаз развития. С одной стороны, в фазах всходы - начало бутонизации удобрения способствовали более быстрому развитию растений, а с другой, в фазах полной бутонизации - цветение, напротив, замедляли скорость развития растений (рисунок 12).

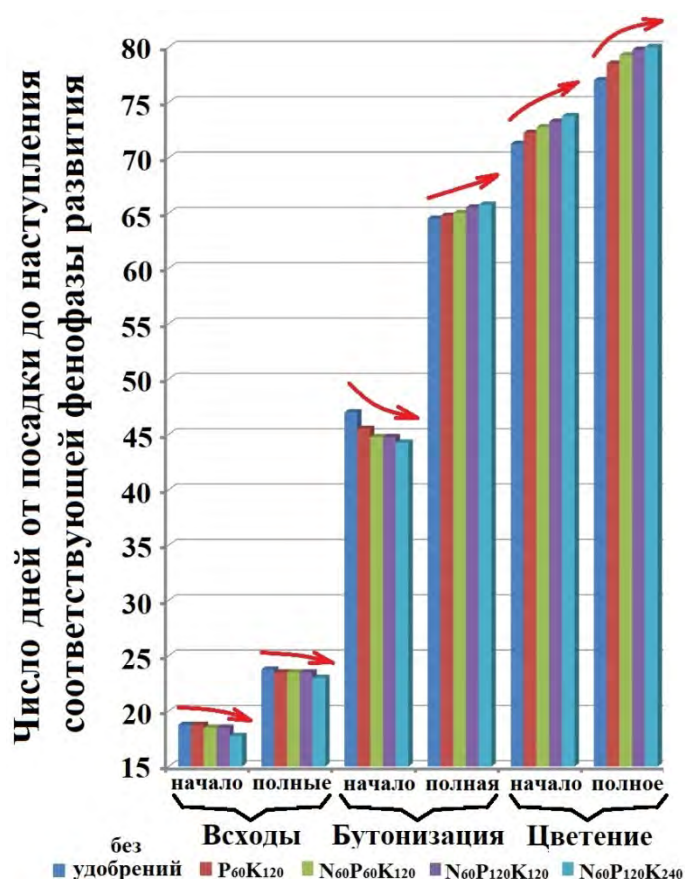


Рисунок 12. Скорость прохождениями растениями картофеля сорта Удача фенофаз развития в среднем за 2008-2011 гг. при выращивании на дерново-подзолистой супесчаной почве (ЭБ «Коренёво», Московская область, Люберецкий район) в зависимости от доз минеральных удобрений (красными стрелками показана тенденция в пределах каждой фенофазы)

Например, по сорту Удача в среднем за 2008-2011 гг. при дозе удобрений $N_{60}P_{120}K_{240}$ продолжительность периода от начала бутонизации до полного цветения составляла 36 дней (с 44-го дня по 80-й с момента посадки), в то время как на контрольном варианте - 30 дней (с 47-го дня по 77-й с момента посадки). Т.е. внесение удобрений обеспечило продление нахождения растений в фазах бутонизация-цветение на 6 дней, что положительно сказалось на формировании клубней и их росте и способствовало тем самым в конечном итоге накоплению на удобренных вариантах более высокого урожая. Данная тенденция отмечена по всем сортам при выращивании картофеля как на дерново-подзолистой почве, так и на чернозёме. При проведении динамической копki на 65-й день после посадки (рисунок 13) выявлено, что контрольные варианты по всем сортам на обоих типах почвы сформировали меньшее количество клубней (хотя и с более высоким

выходом крупной фракции) по сравнению с вариантами с внесением удобрений. Это было обусловлено тем, что на контрольных вариантах в силу более быстрого прохождения фенофаз развития во второй половине вегетации, клубнеобразование началось раньше и к моменту динамической копки они уже сформировали значительное количество относительно крупных клубней.



Рисунок 13. Накопление урожая сортами картофеля на 65-й день после посадки (на каждом фото клубни с трёх кустов) в зависимости от доз минеральных удобрений на среднеобеспеченной питательными элементами дерново-подзолистой супесчаной почве в Люберецком районе Московской области (ЭБ «Коренёво», 2008 г.)

Наряду с характеристикой сортов картофеля по скорости прохождения фенологических фаз развития для изучения накопления урожая в различных условиях выращивания важны также биометрические показатели - число стеблей на куст и высота растений [214, 264, 290].

Как показали исследования, формирование стеблестоя в большей степени является сортовым признаком, практически не зависит от типа почвы и мало зависит от фона минерального питания (приложение В). Так, в среднем за 2008-2011 гг. увеличение доз минеральных удобрений от контрольного варианта (без удобрений) до максимальных значений $N_{60}P_{120}K_{240}$ (пятый вариант) приводило к росту формирования стеблестоя в пределах 5-10%.

Наибольшим стеблестоем за годы исследований из изучаемых сортов характеризовался сорт Ред Скарлетт (5,5 - 6,0 шт./куст), наименьшим - Брянский деликатес (3,4-3,6 шт./куст). Погодные условия существенно влияли на этот показатель - в благоприятный по температурно-влажностным характеристикам 2008-й год растения формировали стеблей на 50-80% больше, чем в экстремально неблагоприятный 2010-й год. Например, по сорту Ред Скарлетт стеблестой в 2008 году в зависимости от доз минеральных удобрений при выращивании на обоих типах почвы колебался в пределах 7,5-7,7 шт./куст, а в 2010 году - в пределах 3,7-4,1 шт./куст при выращивании на дерново-подзолистой почве в условиях Подмосковья и ещё ниже - 3,0-3,1 шт./куст при выращивании на чернозёме в условиях Пензенской области, где засуха в этот год была ещё более сильной.

По показателю роста растений в высоту на большинстве сортов существенного влияния типа почвы не выявлено (с минимальным преимуществом на 2-3 см при выращивании на чернозёме выщелоченном на сортах Брянский деликатес и Голубизна). Увеличение доз минеральных удобрений от контроля до максимального $N_{60}P_{120}K_{240}$ способствовало увеличению роста растений в высоту на 10-20%, особенно в благоприятные 2008 и 2009 годы. В неблагоприятный 2010 год увеличение доз минеральных удобрений существенно на росте растений не сказывалось, т.е. в условиях засухи удобрения эффективно использоваться растениями картофеля не могли. По сравнению с наиболее благоприятным 2008

годом, снижение высоты растений в 2010 году составляло 2 и более раза с 60 до 30 см (особенно при выращивании на чернозёме выщелоченном в условиях Пензенской области при ещё более засушливом вегетационном периоде 2010 г.).

При этом сорта картофеля более поздних групп спелости (Брянский деликатес, Голубизна, Аврора) в неблагоприятный 2010 год испытывали больший стресс по сравнению с ранними сортами, поскольку к моменту начала засухи (с I декады июня на чернозёме выщелоченном в условиях Пензенской области и с III декады июня на дерново-подзолистой почве в условиях Подмосковья) ещё не успевали достичь высоты даже 30 см. Так, высота растений раннего сорта Удача в 2010 году в зависимости от доз удобрений достигала 32-35 см при выращивании в Подмосковье и 27-29 см при выращивании в Пензенской области (рисунки 14-15), а среднеспелого сорта Аврора соответственно 26-28 и 24-25 см (рисунки 16-17). Притом, что в благоприятном 2008 г. оба эти сорта достигали одинаковой высоты до 66-69 см в зависимости от доз минеральных удобрений (таблицы 7 и 8).

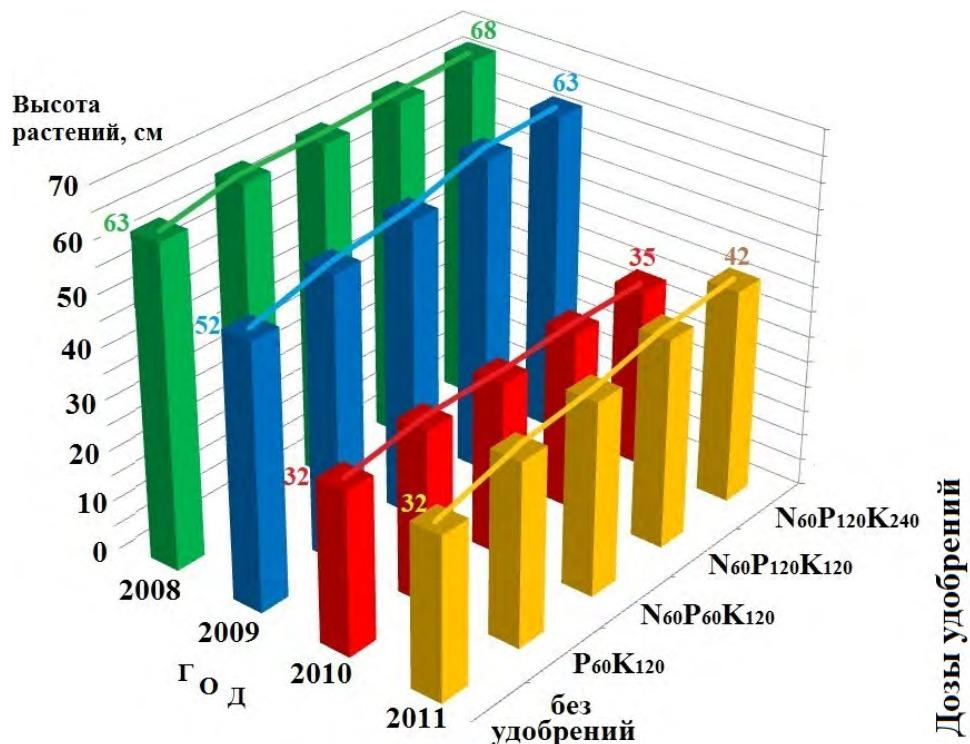


Рисунок 14. Высота растений картофеля в зависимости от года и дозы минеральных удобрений, ранний сорт Удача, на дерново-подзолистой супесчаной почве (Люберецкий район, Московская область)

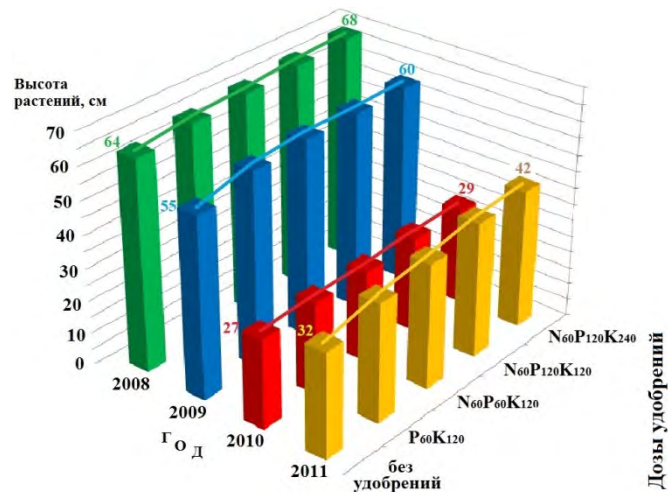


Рисунок 15. Высота растений картофеля в зависимости от года и дозы минеральных удобрений, сорт Удача, на чернозёме выщелоченном среднесуглинистом (Нижнеломовский район, Пензенская область)

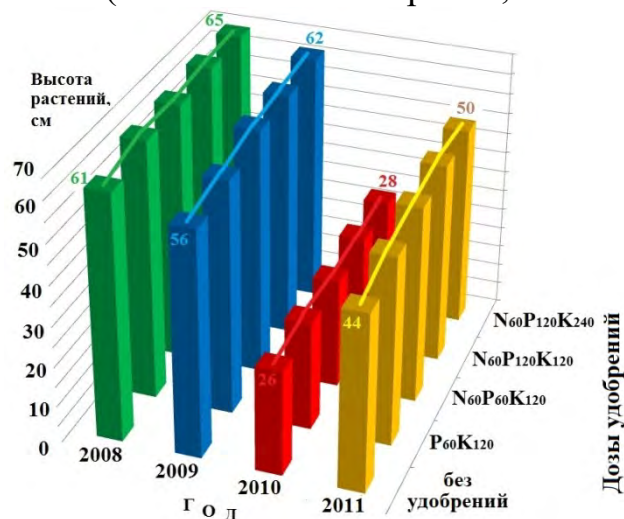


Рисунок 16. Высота растений картофеля в зависимости от года и дозы минеральных удобрений, среднеспелый сорт Аврора, на дерново-подзолистой супесчаной почве (Люберецкий район, Московская область)

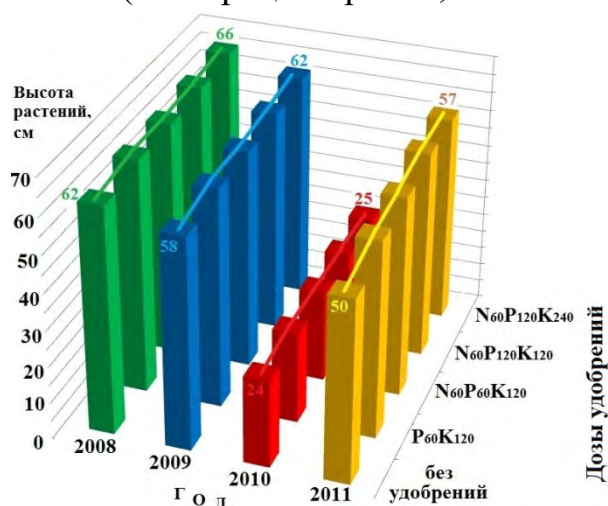


Рисунок 17. Высота растений картофеля в зависимости от года и дозы минеральных удобрений, среднеспелый сорт Аврора, на чернозёме выщелоченном среднесуглинистом (Нижнеломовский район, Пензенская область)

Таблица 7 - Формирование стеблестоя и рост растений в высоту в зависимости от типа почвы и дозы минеральных удобрений, ранний сорт Удача

Дозы минеральных удобрений (д.в. кг/га)	Число стеблей, шт./куст и высота растений, см									
	2008		2009		2010		2011		в среднем за 4 года	
	шт./куст	высота	шт./куст	высота	шт./куст	высота	шт./куст	высота	шт./куст	высота
Дерново-подзолистая супесчаная почва (Московская область, Люберецкий район)										
1. Без удобрений	4,9	63	4,4	52	3,3	32	3,4	32	4,0	45
2. P ₆₀ K ₁₂₀	5,2	66	4,8	56	3,4	34	3,6	36	4,3	48
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	5,2	66	5,0	58	3,5	34	4,3	38	4,5	49
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	5,3	67	5,0	62	3,5	35	4,7	41	4,6	51
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	5,3	68	5,0	63	3,6	35	4,9	42	4,7	52
НСР ₀₅	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0
Чернозём выщелоченный среднесуглинистый (Пензенская область, Нижнеломовский район)										
1. Без удобрений	4,9	64	4,7	55	3,2	27	4,1	32	4,2	45
2. P ₆₀ K ₁₂₀	5,1	66	4,8	59	3,3	28	4,2	36	4,4	47
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	5,2	67	4,9	60	3,3	28	4,3	38	4,4	48
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	5,2	68	5,0	60	3,3	29	4,5	41	4,5	50
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	5,3	69	5,1	60	3,3	29	4,8	42	4,6	50
НСР ₀₅	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0

Таблица 8 - Формирование стеблестоя и рост растений в высоту в зависимости от типа почвы и дозы минеральных удобрений, среднеспелый сорт Аврора

Дозы минеральных удобрений (д.в. кг/га)	Число стеблей, шт./куст и высота растений, см									
	2008		2009		2010		2011		в среднем за 4 года	
	шт./куст	высота	шт./куст	высота	шт./куст	высота	шт./куст	высота	шт./куст	высота
Дерново-подзолистая супесчаная почва (Московская область, Люберецкий район)										
1. Без удобрений	4,7	61	3,0	56	2,8	26	3,0	44	3,4	47
2. P ₆₀ K ₁₂₀	5,0	64	3,2	58	2,9	27	3,1	47	3,6	49
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	5,1	64	4,0	61	2,9	27	3,3	49	3,8	50
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	5,2	65	4,4	61	3,0	28	3,4	50	4,0	51
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	5,3	65	4,8	62	3,0	28	3,4	50	4,1	51
НСР ₀₅	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0
Чернозём выщелоченный среднесуглинистый (Пензенская область, Нижнеломовский район)										
1. Без удобрений	4,8	62	3,6	58	2,8	24	4,0	50	3,8	49
2. P ₆₀ K ₁₂₀	5,0	64	3,7	60	2,9	25	4,4	54	4,0	51
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	5,1	64	3,8	60	2,9	25	4,4	55	4,1	51
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	5,2	65	3,7	61	3,0	25	4,5	57	4,1	52
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	5,3	66	3,9	62	3,0	25	4,4	57	4,2	53
НСР ₀₅	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0

Таким образом, в целом, рост и развитие растений картофеля (фенология и биометрия) определялись в большей степени погодными условиями (в первую очередь количеством осадков, выпавших в критическую фазу развития растений в июле месяце) и сортовыми особенностями (при этом сорта более ранних групп спелости имели преимущество), в меньшей степени типом почвы и дозами минеральных удобрений, которые оказывали максимальное влияние в благоприятные годы и минимальное в жаркий и засушливый год, каким был, например, 2010-й.

3.3 Урожайность и выход товарных клубней

Известно, что обеспеченность почвы влагой в размере 60-80% влагоёмкости в период от начала цветения картофеля до начала отмирания ботвы определяет получение наиболее высоких урожаев [90].

В наших исследованиях наивысшая урожайность по всем сортам на обоих типах почвы отмечена в наиболее благоприятном по температурно-влажностным параметрам 2008 году (таблица 9, рисунок 18). При выращивании картофеля в этот год на дерново-подзолистой супесчаной почве в Люберецком районе Московской области урожайность была ниже на 8-9 т/га (в диапазоне 21,0 - 36,7 т/га в зависимости от сорта и дозы удобрений), чем при выращивании на чернозёме выщелоченном среднесуглинистом в Нижнеломовском районе Пензенской области (диапазон 29,4-45,0 т/га).

В менее благоприятном для роста и развития растений 2009 году урожайность по сравнению с 2008 годом была в целом ниже на 15-25% при выращивании картофеля в Люберецком районе Московской области и на 25-35% ниже при выращивании в Нижнеломовском районе Пензенской области (что связано с недостатком влаги в первой и особенно второй декадах августа и задержкой в накоплении урожая), в результате чего урожайность в 2009 году на обоих типах почвы оказалось примерно одинаковой (таблица 10, рисунок 19).

Таблица 9 - Урожайность исследуемых сортов картофеля в зависимости от типа почвы и дозы минеральных удобрений, 2008 г., т/га

Дозы минеральных удобрений (д.в. кг/га)	Тип почвы											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
1. Без удобрений	23,2	21,0	25,5	22,0	26,0	23,6	32,1	29,4	32,8	33,0	34,3	27,5
2. P ₆₀ K ₁₂₀	26,9	26,0	30,0	27,0	29,0	29,0	38,3	33,0	37,3	35,6	37,0	34,0
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	31,6	31,2	32,7	32,0	31,4	32,0	42,3	34,5	39,4	37,2	38,7	37,4
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	33,5	31,9	33,5	33,0	32,7	33,1	43,8	35,1	40,5	38,9	39,5	38,6
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	35,7	34,3	36,7	34,4	33,0	33,3	45,0	35,8	41,3	39,2	40,5	39,8
НСР ₀₅	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,0	1,1	1,2	1,2	1,0

Таблица 10 - Урожайность исследуемых сортов картофеля в зависимости от типа почвы и дозы минеральных удобрений, 2009 г., т/га

Дозы минеральных удобрений (д.в. кг/га)	Тип почвы											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
1. Без удобрений	20,3	18,6	20,6	17,7	18,0	20,0	22,0	19,7	22,0	18,5	18,9	19,8
2. P ₆₀ K ₁₂₀	23,5	23,0	25,2	21,3	21,4	23,1	26,2	24,0	25,0	22,8	22,8	22,9
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	27,4	26,1	28,0	24,2	24,0	26,9	28,0	26,5	28,3	25,0	24,7	26,5
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	28,0	27,2	29,3	25,0	25,3	28,5	28,8	27,7	29,4	26,5	25,3	27,8
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	29,1	28,2	30,0	27,1	26,2	29,0	30,2	28,7	30,1	27,0	26,2	28,5
НСР ₀₅	1,0	0,9	1,0	1,0	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

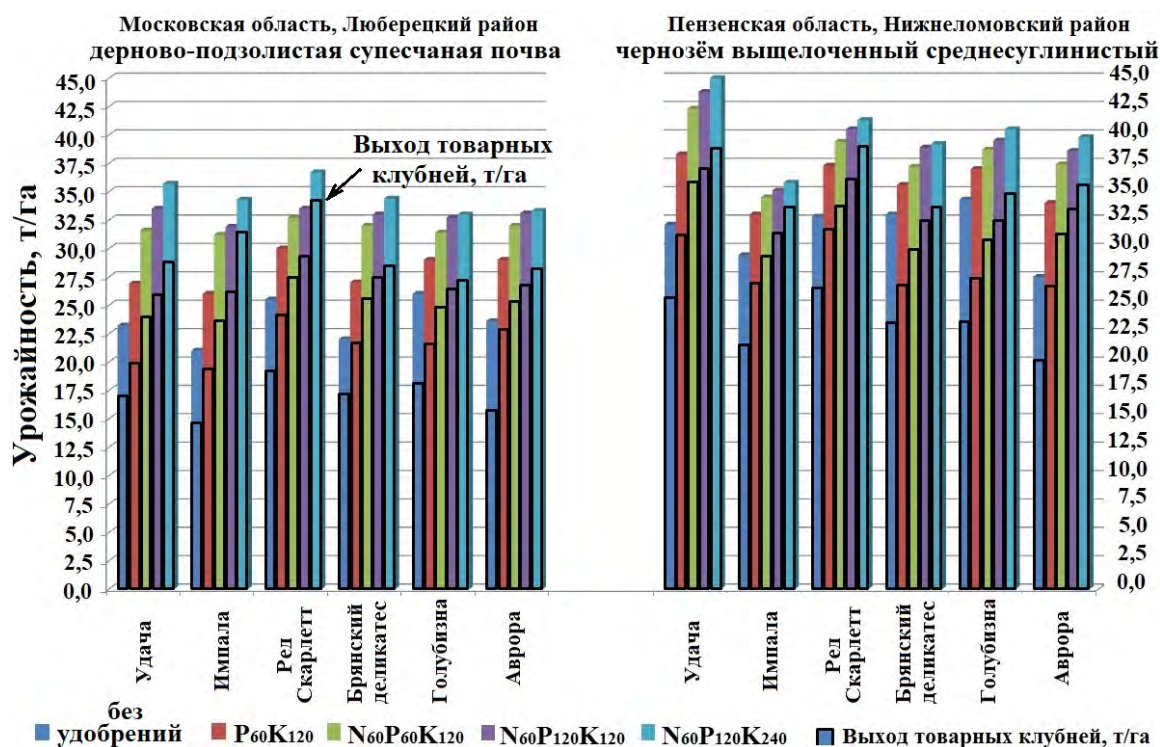


Рисунок 18. Урожайность и выход товарных клубней картофеля в зависимости от сорта, дозы минеральных удобрений и типа почвы: слева – на дерново-подзолистой супесчаной (Московская обл.), справа – на чернозёме выщелоченном среднесуглинистом (Пензенская обл.), 2008 г

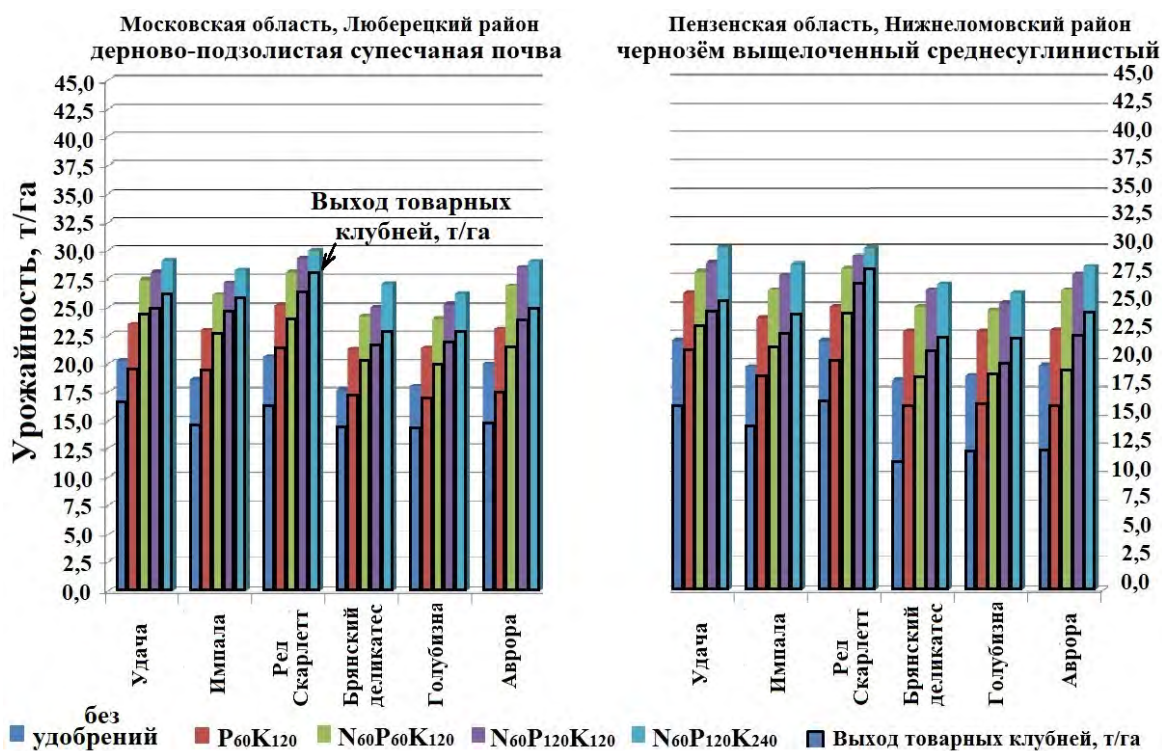


Рисунок 19. Урожайность и выход товарных клубней картофеля в зависимости от сорта, дозы минеральных удобрений и типа почвы: слева – на дерново-подзолистой супесчаной (Московская обл.), справа – на чернозёме выщелоченном среднесуглинистом (Пензенская обл.), 2009 г

В эти два относительно благоприятных года с учётом соответствующих доз удобрений урожайность всех сортов была примерно на одном уровне с некоторым преимуществом на 2-3 т/га сортов Удача и Ред Скарлетт (за исключением 2008 года, когда сорт Удача при выращивании в Пензенской области, на пятом фоне минерального питания с дозой $N_{60}P_{120}K_{240}$ имел максимальную за 2008-2011 годы исследований урожайность - 45 т/га).

Товарность клубней (>50 мм) при выращивании картофеля в Московской области в 2008 г. была на 5-10% ниже, чем при выращивании в Пензенской области, а в 2009 г., напротив, на такую же величину выше, что опять же связано с засухой в 1-2 декадах августа 2009 год в Пензенской области, помешавшей росту клубней и росту товарной фракции. В целом товарность клубней в эти благоприятные годы находилось на уровне 65-90% (приложение Г, таблица 13).

В 2010 г. урожайность общая (таблица 11, рисунок 20) и особенно по выходу товарных клубней (приложение Д) была катастрофически низкой на обоих типах почвы (особенно в Пензенской области, где засуха длилась на 1 месяц дольше, чем в Московской области) и составляла по большинству сортов 3-4 т/га, а с учётом товарности, достигавшей в этот год 25-40%, - 1,0-1,5 т/га.

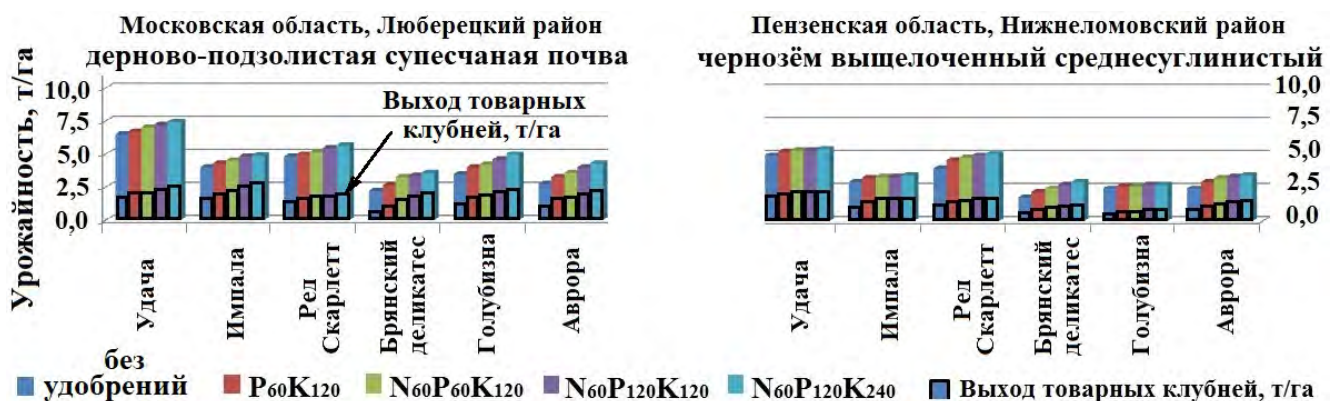


Рисунок 20. Урожайность и выход товарных клубней картофеля в зависимости от сорта, дозы минеральных удобрений и типа почвы: слева — на дерново-подзолистой супесчаной (Московская обл.), справа — на чернозёме выщелоченном среднесуглинистом (Пензенская обл.), 2010 г

Таблица 11 - Урожайность исследуемых сортов картофеля в зависимости от типа почвы и дозы минеральных удобрений, 2010 г., т/га

Дозы минеральных удобрений (д.в. кг/га)	Тип почвы											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
1. Без удобрений	6,5	4,0	4,8	2,2	3,5	2,8	5,0	3,0	4,0	1,8	2,5	2,5
2. P ₆₀ K ₁₂₀	6,7	4,3	5,0	2,7	4,0	3,3	5,3	3,3	4,6	2,2	2,7	3,0
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	7,0	4,5	5,2	3,3	4,2	3,6	5,4	3,4	4,8	2,5	2,7	3,3
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	7,2	4,8	5,5	3,4	4,6	4,0	5,4	3,4	5,0	2,8	2,8	3,4
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	7,4	4,9	5,7	3,6	5,0	4,3	5,5	3,5	5,1	3,0	2,8	3,5
НСП ₀₅	0,6	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4

Таблица 12 - Урожайность исследуемых сортов картофеля в зависимости от типа почвы и дозы минеральных удобрений, 2011 г., т/га

Дозы минеральных удобрений (д.в. кг/га)	Тип почвы											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
1. Без удобрений	12,0	8,0	11,0	7,1	8,2	11,2	17,4	15,1	16,2	16,5	16,6	17,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	12,9	8,5	11,7	7,5	8,7	12,0	19,8	17,2	18,3	17,7	17,4	18,2
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	13,4	8,8	12,4	7,7	9,1	12,5	21,0	18,0	19,6	18,4	17,9	18,9
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	13,7	8,9	12,6	7,8	9,3	12,9	22,0	18,3	20,5	18,9	18,2	19,4
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	14,0	9,0	12,8	8,0	9,6	13,3	23,0	18,7	21,1	19,5	18,4	20,0
НСР ₀₅	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6

Наиболее жаро-засухоустойчивыми оказались ранние сорта Удача (7,4 т/га) и Ред Скарлетт (5,7 т/га), однако и они с учётом низкой в этот год товарности не сильно выделялись на фоне остальных сортов. Наименее устойчивыми к экстремальным температурно-влажностным условиям 2010 года оказались сорта Голубизна (1,2 - 2,0 т/га в зависимости от дозы минеральных удобрений) и Брянский деликатес (0,6-1,1 т/га). Эффективность удобрений в жаркий сухой год в абсолютных значениях оказалась минимальной (прибавка 0,5 - 1,2 т/га в зависимости от сорта на максимальном фоне питания с дозой $N_{60}P_{120}K_{240}$).

В благоприятные 2008 и 2009 годы удобрения, напротив, сработали гораздо более эффективно, прибавка урожая с увеличением их доз в зависимости от сорта составляла 8-12 т/га.

2011 год по выпавшим в вегетационный период осадкам не был оптимальным, особенно при выращивании картофеля в Люберецком районе Московской области, где в июле осадков выпало в 3 раза меньше среднемноголетней нормы, что привело к снижению количества сформированных клубней под кустом и хотя в последующем в августе осадков было достаточно и товарность была высокой (образовавшиеся немногочисленные клубни имели возможность вырасти и вызреть в благоприятных условиях) урожайность всё же оказалось довольно низкой - 7,1 - 14,0 т/га в зависимости от сорта и дозы удобрений (таблица 12, рисунок 21). В Нижнеломовском районе Пензенской области в середине июля и середине августа осадков не было, однако в первых и последних числах этих двух месяцев их выпадало в 2-3 раза больше среднемноголетней нормы, что с учётом более высокой влагоёмкости и буферности чернозёма среднесуглинистого по сравнению с дерново-подзолистой лёгкой супесью обеспечило накопление существенно более высокого урожая - 15,1-23,0 т/га. В таких менее благоприятных условиях (хотя и не настолько, как было в 2010 г.) сорта Удача и Ред Скарлетт снова показали себя как наиболее, а сорта Голубизна и Брянский деликатес как наименее засухоустойчивые (приложения Г, Д, таблицы 13 и 14).

Таблица 13 - Товарность клубней исследуемых сортов картофеля в зависимости от типа почвы и доз минеральных удобрений, % (в среднем за 2008-2011 гг.)

Дозы минеральных удобрений (д.в. кг/га)	Тип почвы											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
1. Без удобрений	61,5	62,5	56,3	63,3	56,8	60,3	61,8	60,8	59,3	56,8	53,3	55,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	63,8	66,0	59,3	65,0	60,8	64,8	66,0	65,5	64,5	61,5	58,3	61,8
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	64,8	67,8	62,0	66,0	63,5	66,0	67,3	68,8	68,0	66,3	62,5	66,0
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	66,0	70,0	64,5	67,3	65,3	68,0	68,5	71,8	71,0	68,5	65,8	69,5
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	67,0	73,3	67,8	67,8	66,8	69,8	69,3	74,5	73,3	70,0	68,3	72,5
НСР ₀₅	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Таблица 14 - Выход товарных клубней исследуемых сортов картофеля в зависимости от типа почвы и доз минеральных удобрений, т/га (в среднем за 2008-2011 гг.)

Дозы минеральных удобрений (д.в. кг/га)	Тип почвы											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
1. Без удобрений	10,7	8,8	10,4	9,0	9,1	9,5	13,6	11,4	13,2	11,2	11,3	10,4
2. P ₆₀ K ₁₂₀	12,5	11,3	12,9	11,1	11,2	12,3	17,1	14,3	16,3	13,7	13,7	13,9
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	14,6	13,3	14,8	13,0	12,7	13,9	18,8	16,0	18,5	15,7	15,5	16,4
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	15,5	14,3	15,9	13,5	13,6	15,1	19,8	17,2	20,0	17,1	16,5	17,8
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	16,4	16,0	17,6	14,3	14,3	15,7	20,8	18,4	21,2	17,8	17,7	19,2
НСР ₀₅	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5

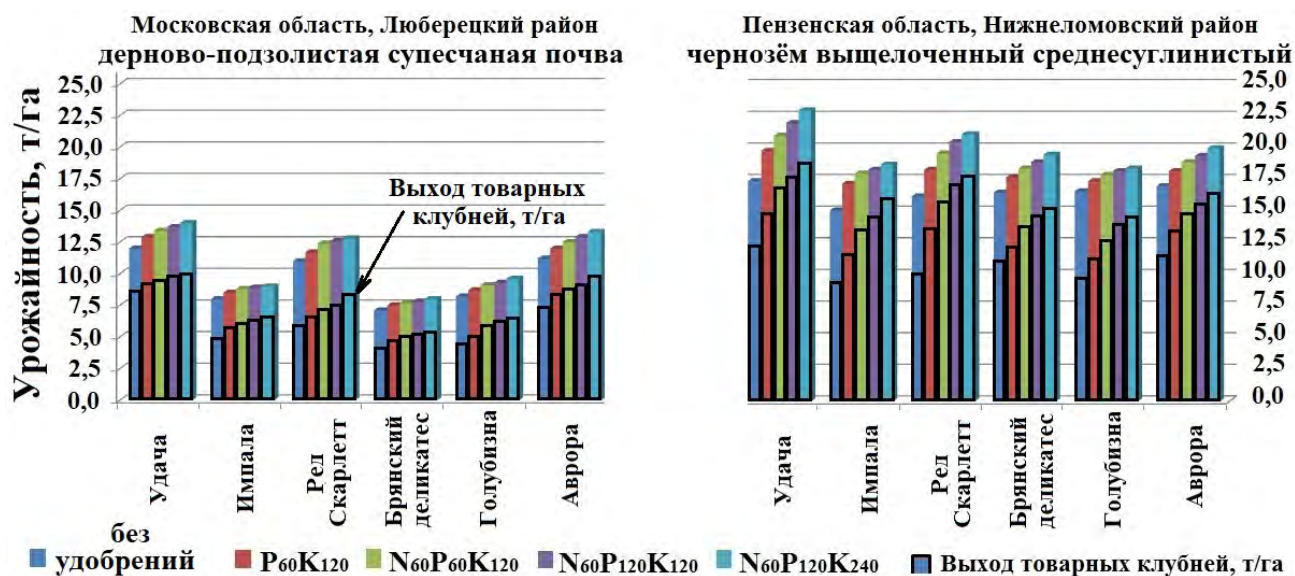


Рисунок 21. Урожайность и выход товарных клубней картофеля в зависимости от сорта, дозы минеральных удобрений и типа почвы: слева – на дерново-подзолистой супесчаной (Московская обл.), справа – на чернозёме выщелоченном среднесуглинистом (Пензенская обл.), 2011 г

Внесение фосфорно-калийных удобрений в дозе P₆₀K₁₂₀ по большинству вариантов приводило к наибольшей прибавке урожайности по сравнению с контролем - в зависимости от сорта на 12,9 – 19,8% при выращивании на дерново-подзолистой почве в Люберецком районе Московской области и на 10,5 – 17,1% на чернозёме выщелоченном в Нижнеломовском районе Пензенской области (таблицы 15 и 16, приложение Е, рисунок 22). Прибавка выхода товарных клубней фракции >50 мм (т/га) при этом была ещё в 1,5 раза выше (приложение Ж).

Несколько меньшая прибавка урожая отмечена при дополнительном внесении N₆₀. От азотных удобрений урожайность повышалась в зависимости от сорта на 8,9-14,2% при выращивании в Люберецком районе Московской области и на 5,1-10,2% – в Нижнеломовском районе Пензенской области. Прибавка выхода товарных клубней при этом была ещё в 1,5 и 2 раза выше соответственно для каждой из зон выращивания.

Таблица 15 - Урожайность исследуемых сортов картофеля в зависимости от типа почвы и дозы минеральных удобрений, т/га (в среднем за 2008-2011 гг.)

Дозы минеральных удобрений (д.в. кг/га)	Тип почвы											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
1. Без удобрений	15,5	12,9	15,5	12,3	13,9	14,4	19,1	16,8	18,8	17,5	18,1	16,7
2. P ₆₀ K ₁₂₀	17,5	15,5	18,0	14,6	15,8	16,9	22,4	19,4	21,3	19,6	20,0	19,5
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	19,9	17,7	19,6	16,8	17,2	18,8	24,2	20,6	23,0	20,8	21,0	21,5
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	20,6	18,2	20,2	17,3	18,0	19,6	25,0	21,1	23,9	21,8	21,5	22,3
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	21,6	19,1	21,3	18,3	18,5	20,0	25,9	21,7	24,4	22,2	22,0	23,0
НСП ₀₅	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Таблица 16 - Прибавка урожайности сортов картофеля в зависимости от дозы минеральных удобрений и типа почвы, % (в среднем за 2008-2011 гг.)

Варианты доз минеральных удобрений, кг по д.в.	Прибавка общего урожая (%) по типам почвы:											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
Контроль + P ₆₀ K ₁₂₀	12,9	19,8	16,2	19,4	13,3	17,0	17,1	15,3	13,6	12,2	10,5	16,9
P ₆₀ K ₁₂₀ + N ₆₀	13,4	14,2	8,9	14,9	8,9	11,3	7,9	6,3	8,1	6,1	5,1	10,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + P ₆₀	3,8	3,1	3,3	3,0	4,7	4,7	3,4	2,5	3,6	4,8	2,1	3,6
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + K ₁₂₀	4,6	4,9	5,3	5,6	2,6	1,8	3,7	2,6	2,3	1,8	2,4	2,9

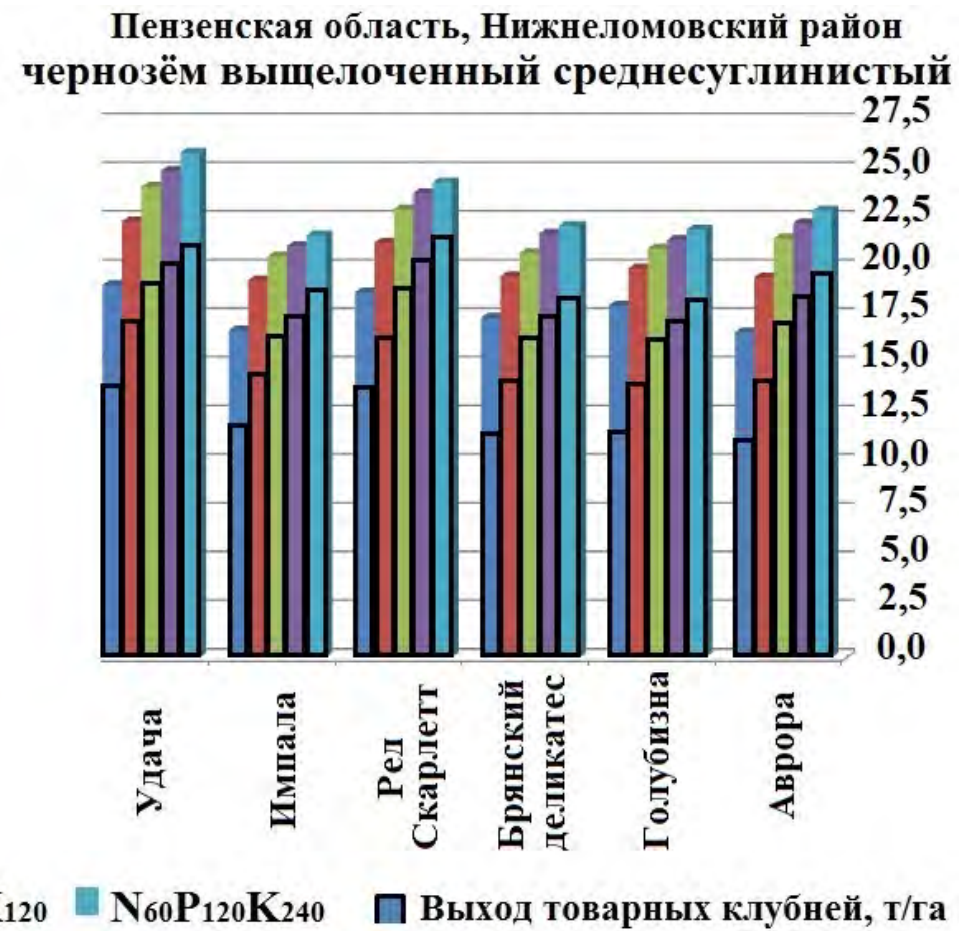
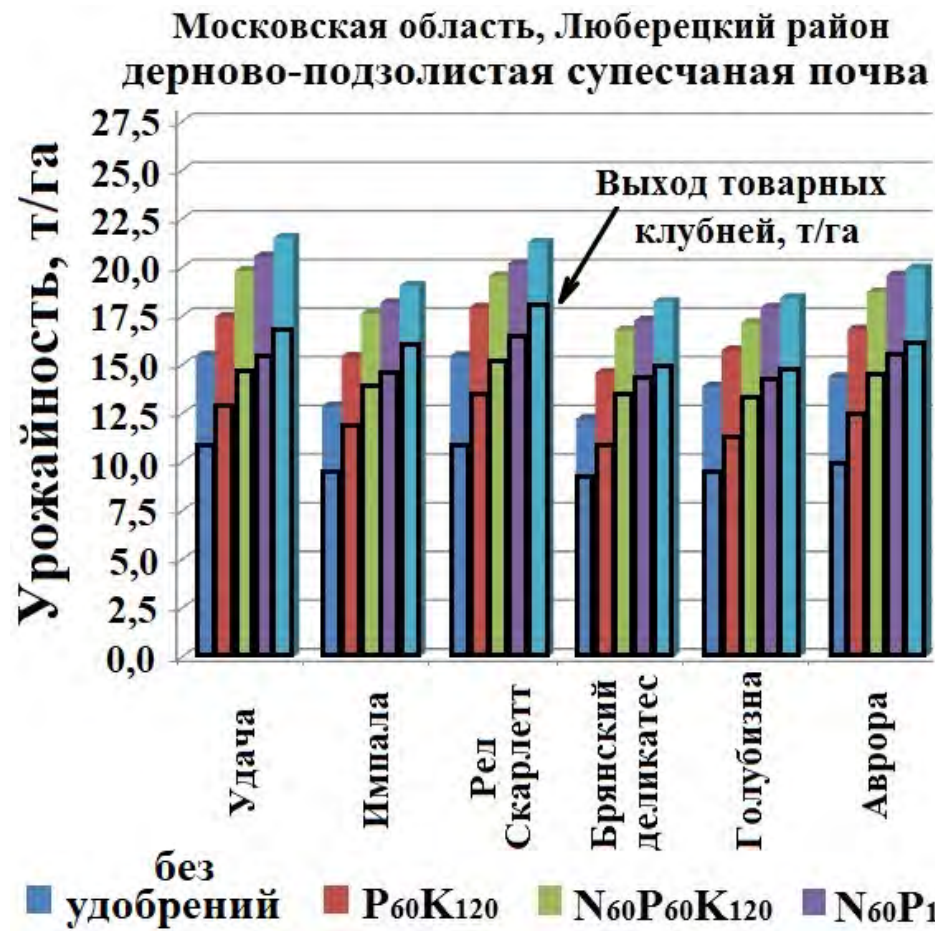


Рисунок 22. Урожайность и выход товарных клубней картофеля в зависимости от сорта, дозы минеральных удобрений и типа почвы (в среднем за 2008-2011 гг.)

Дополнительное внесение фосфорных удобрений P_{60} приводило к не столь значительному росту урожайности – на 3,0-4,7% в зависимости от сорта при выращивании на дерново-подзолистой почве и на 2,1-4,8% при выращивании на чернозёме. Прибавка выхода товарных клубней была в 2 раза выше.

К ещё менее значительной прибавке урожая приводило дополнительное внесение K_{120} . Прибавка урожайности по сортам на дерново-подзолистой почве – 1,8-5,6% и 1,8-2,9% - на чернозёме выщелоченном (таблица 16, приложение Е). Рост выхода товарных клубней 4,5 – 11,7 % и 4,3-7,5% на соответствующих типах почвы (приложение Ж).

В целом, по результатам четырёхлетних исследований (рисунок 22), на дерново-подзолистой супесчаной почве наиболее отзывчивыми на внесение удобрений $N_{60}P_{120}K_{240}$ оказались сорта Импала и Брянский деликатес (рост урожайности в 1,5 раза, хотя урожайность этих сортов в абсолютных значениях не была высокой), на чернозёме выщелоченном – Удача и Аврора (рост урожайности в 1,4 раза, причём урожайность этих сортов была относительно высокой, особенно Удачи).

3.4 Биохимические и потребительские показатели клубней

Исходя из поставленной цели и задач исследований, в работе изучались следующие биохимические показатели клубней - содержание сухого вещества, крахмала, редуцирующих сахаров, витамина «С», нитратов, а также такие потребительские показатели, как наличие или отсутствие ростков при длительном хранении картофеля, сохранность тургора клубней.

Биохимические показатели клубней в зависимости от условий выращивания
в послеуборочный период (сентябрь)

В целом, усреднено за 2008-2011 гг. (с учётом вариантов доз удобрений и типов почвы) в послеуборочный период сорта по накоплению сухого вещества располагались в следующей последовательности в порядке возрастания: Импала (17,0%), Ред Скарлетт (17,6%), Аврора (20,4%), Удача (20,5%), Брянский деликатес (22,5%) и Голубизна (23,1%). Таким образом, наблюдалась закономерность роста накопления сухого вещества в клубнях с увеличением срока созревания от ранних сортов к среднеспелым, при этом сорт Удача накапливал сухое вещество несколько выше, а сорт Аврора несколько ниже, чем это характерно для соответствующих сроков созревания (таблица 17).

Исследованиями установлена сортовая реакция картофеля на почвенно-климатические условия выращивания: при выращивании на чернозёме выщелоченном (Пензенская область) сорта, как правило, накапливали более высокий процент сухого вещества (соответственно и крахмала), чем при выращивании на дерново-подзолистой почве (Московская область). Наибольший прирост по содержанию сухого вещества при выращивании на чернозёме отмечен по сортам Удача и Аврора (соответственно +1,9% и +1,2% в среднем за 4 года). По сортам Импала и Ред Скарлетт эта разница находилась в пределах 0,5-0,6%, а сорта Брянский деликатес и Голубизна имели примерно одинаковый процент сухого вещества при выращивании на обоих типах почвы (таблица 17).

В зависимости от погодных условий в вегетационный период накопление сухого вещества и крахмала в клубнях значительно варьировало с учётом сорта, дозы удобрений и региона выращивания, однако в среднем было самым низким в экстремально жаркий и засушливый 2010 год (на 1-2% меньше, приложение И).

Внесение минеральных удобрений по-разному сказывалось на содержании сухого вещества и крахмала в клубнях. Практически по всем вариантам совместное внесение фосфора в дозе 60 кг/га и калия 120 кг/га по действующему веществу по сравнению с контролем приводило к росту накопления клубнями сухого вещества на 0,2-1,2%.

Таблица 17 – Биохимические показатели клубней исследуемых сортов картофеля в зависимости от типа почвы и дозы минеральных удобрений (в среднем за 2008-2011 гг. при определении в послеуборочный период в сентябре)

Дозы удобрений (д.в. кг/га)	Содержание (%) в сортах:																	
	ранние									среднеранний			среднеспелые					
	Удача			Импала			Ред Скарлетт			Брянский деликатес			Голубизна			Аврора		
	Сухого вещества	Крахмала	Редуцирующих сахаров	Сухого вещества	Крахмала	Редуцирующих сахаров	Сухого вещества	Крахмала	Редуцирующих сахаров	Сухого вещества	Крахмала	Редуцирующих сахаров	Сухого вещества	Крахмала	Редуцирующих сахаров	Сухого вещества	Крахмала	Редуцирующих сахаров
Дерново-подзолистая супесчаная (Московская область, Люберецкий район)																		
1. Без удобрений	20,0	14,2	0,2	16,9	11,2	0,3	17,4	11,7	0,3	22,4	16,7	0,2	22,5	16,7	0,2	20,3	14,6	0,2
2. P ₆₀ K ₁₂₀	20,2	14,4	0,2	17,2	11,5	0,3	17,9	12,2	0,2	22,5	16,8	0,2	23,2	17,5	0,4	20,4	14,6	0,3
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	19,4	13,8	0,2	16,6	10,9	0,2	17,2	11,4	0,2	22,1	16,3	0,2	22,4	16,7	0,3	19,6	13,9	0,3
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	19,2	13,5	0,2	16,4	10,7	0,3	17,0	11,4	0,2	21,9	16,2	0,2	22,2	16,4	0,4	19,3	13,6	0,3
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	18,8	13,0	0,2	16,1	10,3	0,3	16,8	11,1	0,2	21,5	15,7	0,2	21,8	16,0	0,4	19,2	13,4	0,3
Чернозём выщелоченный среднесуглинистый (Пензенская область, Нижнеломовский район)																		
1. Без удобрений	21,4	15,6	0,2	17,2	11,5	0,2	18,2	12,5	0,3	23,1	17,4	0,2	23,4	17,7	0,3	21,0	15,3	0,3
2. P ₆₀ K ₁₂₀	21,6	16,2	0,2	17,4	11,7	0,2	18,3	12,5	0,2	23,2	17,5	0,2	23,9	18,2	0,3	21,1	15,4	0,3
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	21,3	15,6	0,2	17,2	11,6	0,2	17,7	12,0	0,3	22,9	17,1	0,2	23,7	17,9	0,3	21,0	15,3	0,3
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	21,2	15,4	0,2	17,1	11,4	0,2	17,5	11,8	0,2	22,5	16,7	0,2	23,5	17,7	0,3	20,7	15,0	0,2
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	20,8	15,0	0,2	16,9	11,2	0,3	17,4	11,6	0,2	22,3	16,5	0,2	23,2	17,5	0,3	20,6	14,8	0,3

Дальнейшее наращивание фона минерального питания путём добавление азота в дозе 60 кг/га, как правило, приводило к снижению накопления сухого вещества на 0,3-1,5%. Добавление фосфора (60 кг/га по д.в.), а затем и калия (120 кг/га по д.в.) приводило как к росту, так и снижению содержания сухого вещества и крахмала в клубнях в зависимости от сорта и типа почвы. Однако, в целом, выход сухого вещества в пересчёте на гектар при внесении возрастающих доз минеральных удобрений возрастал (рисунок 23).

Наибольший прирост выхода сухого вещества с 1 гектара при выращивании картофеля на обоих типах почвы отмечен при увеличении дозы удобрений от контроля (первый вариант) до $P_{60}K_{120}$ (второй вариант).

При дозе удобрений $N_{60}P_{60}K_{120}$ (третий вариант) по сравнению с $P_{60}K_{120}$ (второй вариант), то есть при добавлении 60 кг/га по д.в. азота, прирост выхода сухого вещества снижался и происходил не за счёт роста содержания сухого вещества в клубнях (оно как раз падало), а за счёт роста общей урожайности.

При дальнейшем увеличении дозы удобрений с $N_{60}P_{60}K_{120}$ (третий вариант) до $N_{60}P_{120}K_{120}$ (четвёртый вариант), т.е. при добавлении 60 кг/га по д.в. фосфора и с $N_{60}P_{120}K_{120}$ (четвёртый вариант) до $N_{60}P_{120}K_{240}$ (пятый вариант), т.е. при добавлении 120 кг/га по д.в. калия, кривые выхода сухого вещества с гектара становились более пологими. Иными словами, увеличение доз удобрений выше $N_{60}P_{60}K_{120}$ уже не приводило к существенному росту выхода сухого вещества с 1 га. Однако, сравнивая кривые роста выхода сухого вещества по графику на участке $+K_{120}$ видно (рисунок 23), что эффективность калийных удобрений была несколько выше при выращивании картофеля на лёгкой супеси (Московская область, Люберецкий район), где калий, согласно агрохимическому обследованию почвы (таблица 3), являлся лимитирующим фактором. На чернозёме (Пензенская область, Нижнеломовский район) недостаток калия был не столь значительным, как на супеси (70% от оптимального уровня, таблица 5), и реакция сортов на внесение калийных удобрений была менее выражена и поэтому на графике участок прироста сухого вещества от $+K_{120}$ выглядит более пологим.

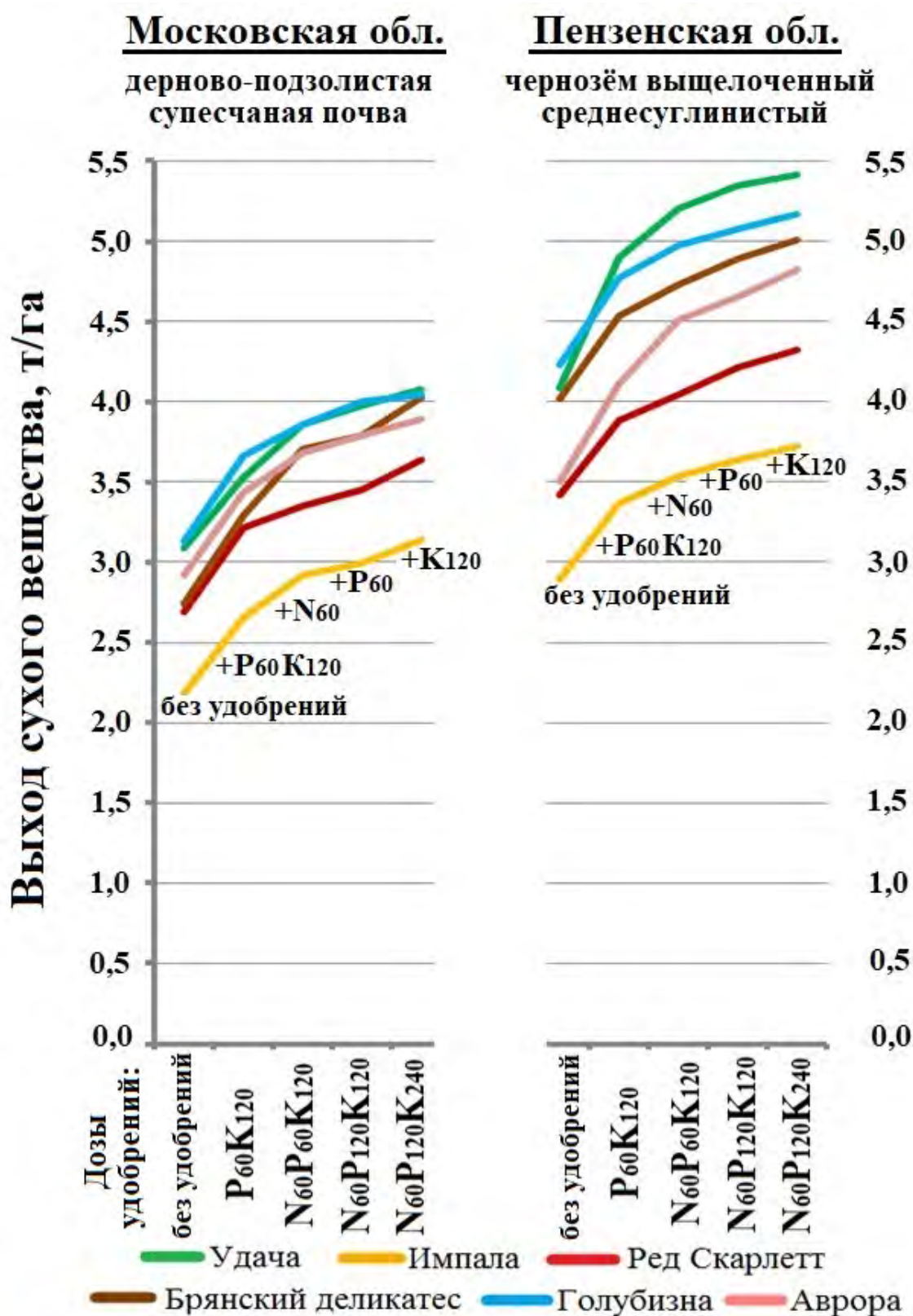


Рисунок 23. Выход сухого вещества клубней картофеля (т/га) в зависимости от сорта, дозы минеральных удобрений и типа почвы, в среднем за 2008-2011 гг.

В послеуборочный период (сентябрь) содержание редуцирующих сахаров в клубнях картофеля в среднем за четыре года по всем вариантам исследований находилось на довольно низком уровне - в пределах 0,2-0,4% (таблица 17), хотя использовавшиеся на данном этапе исследований сорта и не позиционируются в качестве «чипсовых». Это было обусловлено тем, что два из четырёх лет исследований (2011-й и, особенно, 2010-й год) были жаркими и засушливыми, содержание редуцирующих сахаров в клубнях в эти годы было очень низким (зачастую менее 0,1%), в результате чего и усреднённые за 4 года данные (включая 2008 и 2009 гг.) показали довольно низкое их содержание.

В соответствии с программой исследований, помимо определения биохимических показателей клубней непосредственно в послеуборочный период (сентябрь), проводилась оценка биохимических показателей ещё в два срока (январь и апрель) при двух различных температурах основного хранения (2-4 и 5-7 °C). При этом необходимо отметить, что в экспериментах, в соответствии с принятой современной технологией длительного хранения, клубни после уборки проходили «период просушивания» (вентиляция 2-3 дня), а затем ещё 2 недели выдерживались при повышенной температуре 22-25 °C (так называемый «лечебный период»). При этом камеры хранения изначально были с низкой ОВВ (60%), которая возрастала во время лечебного периода до 90-95% как раз за счёт интенсивного испарения воды клубнями. Далее в течение 8-12 дней проходил так называемый «период охлаждения» с интенсивностью не более 0,5 °C в сутки с выходом на заданные температуры «основного периода хранения»: 2-4 и 5-7 °C. Поэтому перед каждым из трёх сроков определения биохимических показателей клубни находились в принципиально разных температурно-влажностных условиях.

Так, исходные биохимические показатели (сентябрь) определялись в основном погодными условиями вегетационного периода и температурой воздуха и почвы во время уборки; показатели при втором определении (январь) зависели не столько от выбранной температуры основного периода хранения (2-4 или 5-7 °C), сколько от предшествовавших температурно-влажностных параметров во время проведения режимов просушивания, лечения, охлаждения; и лишь в третий

период определения биохимических показателей (апрель) клубни находились в течение длительного времени при неизменных температурно- (2-4 и 5-7 °С) влажностных параметрах (ОВВ 95%).

Биохимические показатели клубней при втором сроке определения (январь)

Как известно, наиболее важным исходное качество клубней является в случае реализации картофеля непосредственно после уборки картофеля. Однако и в последующие месяцы при длительном хранении оно во многом определяет пригодность сортов картофеля к переработке на те или иные виды продукции [90].

Через 4 месяца после закладки картофеля на хранение (т.е. к январскому сроку определения в среднем за 4 года) при температурах хранения 2-4 и 5-7 °С содержание сухого вещества в клубнях с дерново-подзолистой супесчаной почвы, независимо от доз удобрений, возрастало на 0,2-0,4% при температуре хранения 2-4 °С (даже несмотря на активную при данной температуре реакцию перехода крахмала в сахар) и на 0,6-0,8% при температуре 5-7 °С. Это связано с тем, что расход влаги на испарение опережал расход сухого вещества и крахмала на дыхание и переход в редуцирующие сахара. Особенно сильно данный эффект проявлялся в первые 2-3 недели после закладки клубней на хранение, т.е. при проведении лечебного периода и периода охлаждения. В клубнях картофеля, выращенных на выщелоченном чернозёме, напротив, содержание сухого вещества за тот же период оставалось неизменным или даже несколько снижалось (до 0,4% при температуре хранения 2-4 °С с учётом фактора перехода крахмала в сахар и до 0,2% при 5-7 °С), т.к. воды в клубнях, выращенных на чернозёме, изначально было меньше и её расход на испарение шёл менее интенсивно (примерно тем же темпом или даже немного уступал расходу сухого вещества на дыхание). Особенно сильно этот эффект сказался на сорте Голубизна с высоким содержанием сухого вещества и, следовательно, низким содержанием воды в клубнях. Клубни данного сорта с чернозёма к январю потеряли 0,7% сухого вещества при температуре хранения 2-4 °С и 0,4% при 5-7 °С.

Таким образом, во второй срок определения (январь) содержание сухого вещества и крахмала определялось в основном интенсивностью испарения

(имевшем место главным образом в первые недели закладки клубней на хранение), а следовательно и изначальным содержанием воды в клубнях. Именно этот фактор имел первостепенное значение и определял различия в характере изменения содержания сухого вещества в клубнях в зависимости от сорта и почвенно-климатических условий выращивания.

Содержание редуцирующих сахаров ко второму сроку определения (январь), напротив, зависело в первую очередь не от предшествовавших режимов вентилирования, а от того, до какой температуры проводилось охлаждение картофеля. Так, в среднем за 4 года, независимо от типа почвы и доз удобрений, содержание редуцирующих сахаров по всем сортам с 0,1-0,3% в сентябре возрастало к январю при температуре хранения 2-4 °С до 1,0-1,4%, а при 5-7 °С - до 0,3-0,6% (минимальные значения из указанного диапазона характерны для сортов Ред Скарлетт и Импала, максимальные - для сортов Удача и Голубизна).

Биохимические показатели клубней при третьем сроке определения (апрель)

В третий срок определения (апрель), когда испарение уже не играло такой существенной роли и температурно-влажностные параметры в основной период хранения были постоянными, по всем вариантам в независимости от сорта, дозы удобрений и типа почвы наблюдалось дальнейшее (по сравнению со вторым сроком определения) снижение содержания сухого вещества в клубнях на 0,3-0,4% при температуре хранения 2-4 °С (обусловлено менее интенсивным дыханием и более интенсивной реакцией перехода крахмала в сахар) и на 0,6-0,7% при температуре 5-7 °С (обусловлено, главным образом, более интенсивным дыханием, особенно начиная с марта, в связи с началом процесса пробуждения глазков практически всех изучаемых сортов).

Содержание редуцирующих сахаров при температуре хранения 2-4 °С возрастало с 1,0-1,4% в январе до 1,3-1,7% к апрелю, а при температуре 5-7 °С соответственно с 0,3-0,6% до 0,5-0,8% (минимально по сортам Ред Скарлетт и Импала, максимально по сортам Удача и Голубизна, сорта Брянский деликатес и Аврора занимали промежуточное положение).

Содержание витамина «С» в клубнях картофеля исследуемых сортов в сентябре было на уровне 17-25 мг%, однако к маю снижалось в 2,5-3,0 раза (НСР₀₅ 1,3-1,5 мг/кг).

Содержание нитратов в клубнях также было максимальным в послеуборочный период и находилось, в зависимости от сорта, в диапазоне 90-130 мг/кг (что ниже ПДК 250 мг/кг), однако к маю оно снижалось на 22-26% (НСР₀₅ 10-15 мг/кг). Существенной разницы в зависимости от изучаемых доз удобрений не выявлено.

Таким образом, наиболее высоким качество клубней как сырья для вакуумной упаковки и быстрой заморозки было в осенний период непосредственно после уборки.

Потребительские показатели клубней и лёжка картофеля в зависимости от температуры хранения

При хранении при температуре 5-7 °С некоторые сорта (как, например, Удача, рисунок 24) к апрелю месяцу уже начинали активно прорастать в связи с чем их потребительские показатели как сырья для промпереработки резко ухудшались.



Рисунок 24. Физиологическое состояние клубней сорта Удача, выращенных в Московской области на дерново-подзолистой супесчаной почве в 2010 году (температура хранения 5-7 °С, апрель 2011 г.)

Существенного влияния типов почвы и доз минеральных удобрений (изучавшихся в рамках принятой программы исследований) на лёжкость картофеля не выявлено. Этот показатель в большей степени определялся сортовыми особенностями и температурой хранения (общие потери при 5-7 °С были выше, чем при 2-4 °С в зависимости от сорта на 1,5-3,3%, таблица 18), а также метеорологическими условиями вегетационного периода (клубни урожая 2010 года отличались повышенной на 2,0-2,5% убылью массы и потерями на ростки на 1-2%).

Таблица 18 - Лёжкость исследуемых сортов картофеля в зависимости от температуры хранения (с сентября по май месяц в среднем за 2008-2011 гг.)

Сорт	Температура хранения, °С	Потери всего, %	в том числе			
			убыль массы	потери на ростки	технический отход	абсолютная гниль
Удача	2-4	7,1	6,5	0,2	0,1	0,3
	5-7	9,5	7,0	1,8	0,3	0,4
Импала	2-4	5,7	5,2	0,0	0,2	0,3
	5-7	7,2	6,0	0,6	0,3	0,3
Ред Скарлетт	2-4	5,5	5,1	0,0	0,2	0,2
	5-7	7,0	6,1	0,3	0,2	0,4
Брянский деликатес	2-4	5,6	5,1	0,0	0,2	0,3
	5-7	7,3	6,0	0,3	0,5	0,5
Голубизна	2-4	6,0	5,2	0,0	0,4	0,4
	5-7	9,3	7,5	0,5	0,6	0,7
Аврора	2-4	6,5	6,0	0,0	0,2	0,3
	5-7	8,5	7,1	0,6	0,3	0,5

Из результатов исследований можно сделать следующие выводы:

1. Рост, развитие, урожайность, товарность картофеля, биохимические и потребительские показатели клубней в значительной степени зависели от сорта (на этом этапе исследований по урожайности лидировали сорта Удача и Ред Скарлетт, а с учётом выхода сухого вещества с 1 га ещё и Голубизна). Также эти показатели зависели от условий выращивания - урожайность на чернозёме была на 15-20% выше, чем на дерново-подзолистой почве. В зависимости от того, насколько были благоприятными метеоусловия в вегетационный период, урожайность картофеля по годам колебалась до 8 крат.

2. Наибольшая прибавка выхода товарных клубней и сухого вещества отмечены при внесении фосфорно-калийных удобрений $P_{60}K_{120}$. При дополнительном внесении удобрений прирост этих показателей снижался.

3. По биохимическим показателям (высокое содержание сухого вещества и низкое редуцирующих сахаров) преимущество имел картофель, выращенный на чернозёме, при внесении $N_{60}P_{120}K_{120}$, $N_{60}P_{120}K_{240}$ эти показатели снижались. При температуре хранения 5-7 °С по сравнению с 2-4 °С в клубнях накапливалось значительно меньше редуцирующих сахаров, особенно при более поздних сроках переработки, однако при этом несколько ухудшался тургор клубней и возрастали потери при хранении, в том числе из-за прорастания (особенно по сорту Удача). Содержание витамина «С» в клубнях картофеля в сентябре составляло 17-25 мг%, однако к маю снижалось в 2,5-3,0 раза. Содержание нитратов было значительно ниже ПДК и находилось, в зависимости от сорта, в диапазоне 90-130 мг/кг, однако к маю оно снижалось на 22-26%.

В этой связи дальнейшие исследования были посвящены изучению не столько количественных, сколько качественных показателей (в первую очередь устойчивость мякоти клубней при переработке к потемнению), а также поиску путей снижения отходов при длительном хранении картофеля при температурах 5-7 и 8-10 °С.

ГЛАВА 4 ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ, ТИПА ПОЧВЫ, БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ СОРТА И ТЕМПЕРАТУРЫ ХРАНЕНИЯ СЫРЬЯ НА ПРИГОДНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ К ВАКУУМНОЙ УПАКОВКЕ И БЫСТРОЙ ЗАМОРОЗКЕ

К основным дефектам, возникающим при длительном хранении картофеля в вакуумной упаковке относятся: потемнение мякоти (как целых клубней, так и ломтиков, и брусочков); частичная или полная потеря вакуума в пакете в следствие выделения клубнями воды; образование локального сморщивания на поверхности клубней под плёнкой (рисунок 25).

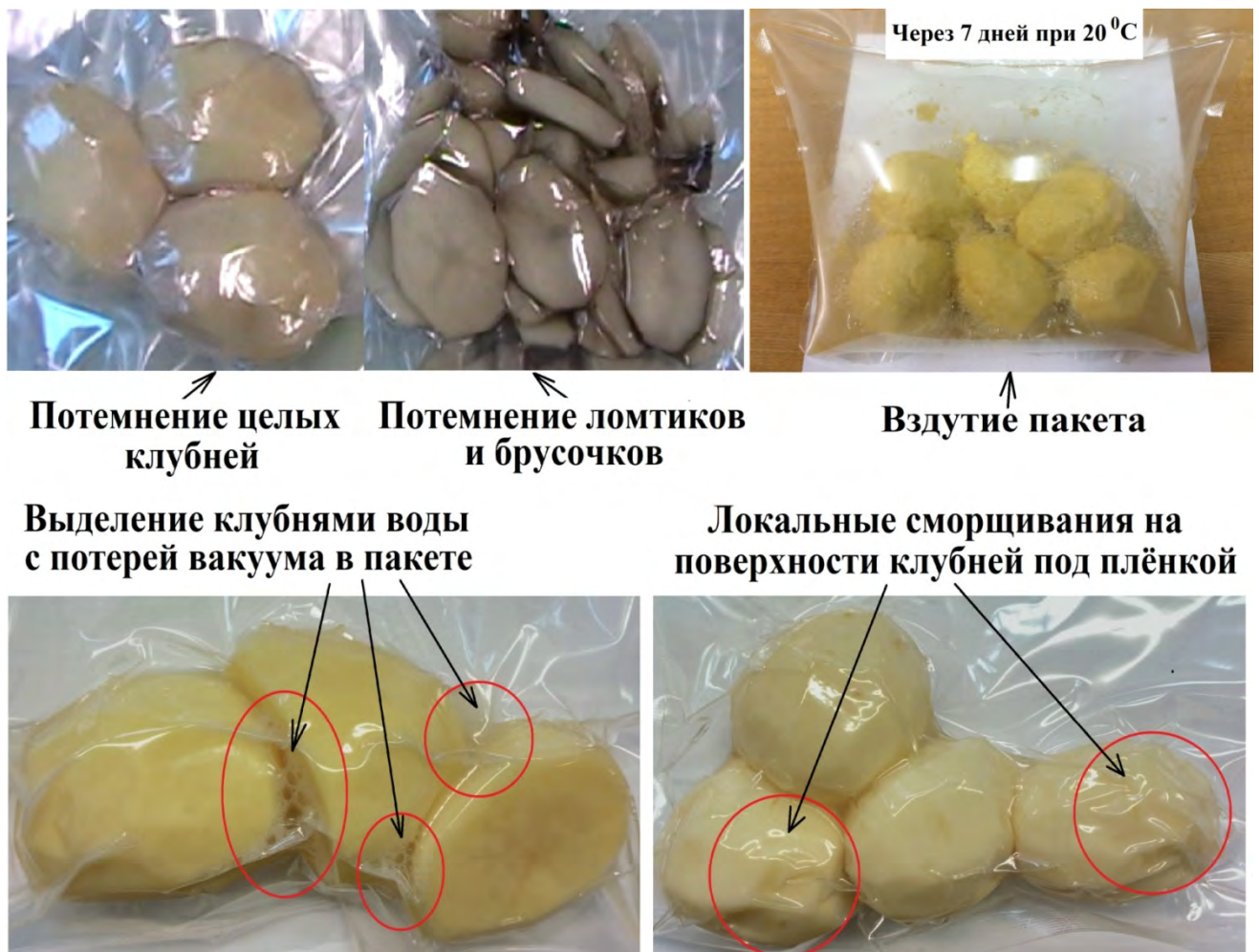


Рисунок 25. Основные дефекты, возникающие при длительном хранении картофеля в вакуумной упаковке

В исследованиях установлено, что независимо от выбора типа картофелечистки, дефектные области клубня при доочистке необходимо удалять вручную ножом целиком. Иначе (при выборочном удалении) в углублениях скапливается воздух и влага, что приводит к потемнению мякоти в этих местах, товарный вид продукта ухудшается и он становится непригодным для реализации. Следует иметь также в виду, что после вскрытия вакуумированного пакета, картофель должен использоваться весь сразу и полностью, исключая дальнейшее хранение без вакуума.

4.1 Пригодность картофеля к вакуумной упаковке в зависимости от доз удобрений, типа почвы, сорта и температуры хранения сырья

Экономическая эффективность выращивания картофеля в качестве сырья для вакуумной упаковки определяется в первую очередь урожайностью и выходом товарных клубней (т/га). По результатам проведённых исследований практически по всем сортам наиболее высокий прирост урожайности и выхода товарных клубней с гектара (на 35-50%) приходился на повышение доз минеральных удобрений от контроля (первый вариант без удобрений) до $N_{60}P_{60}K_{120}$ (третий вариант). Дальнейшее увеличение доз удобрений с третьего варианта ($N_{60}P_{60}K_{120}$) до пятого ($N_{60}P_{120}K_{240}$) приводило к не столь значительному росту этих показателей (на 10-18%). Однако содержание сухого вещества в клубнях при этом заметно падало. Даже на третьем варианте (с дозой $N_{60}P_{60}K_{120}$) по некоторым сортам (Удача и Аврора) уже отмечалось снижение содержания сухого вещества на 2,6-3,1% по сравнению с контролем, а при увеличении доз удобрений до $N_{60}P_{120}K_{240}$ (пятый вариант) содержание сухого вещества падало практически по всем изученным сортам ещё на 2,5-3,4% (таблица 19).

Таблица 19 - Прибавка выхода товарных клубней и изменение содержания сухого вещества в них по мере увеличения доз удобрений (в среднем за 2008-2011 гг.)

Варианты доз минеральных удобрений, кг по д.в.	Прибавка выхода товарных клубней (в % к предыдущему варианту)						Изменение содержания сухого вещества в клубнях (в % к предыдущему варианту)					
	Сорта											
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
Дерново-подзолистая супесчаная почва												
Контроль + P ₆₀ K ₁₂₀	17,6	27,8	24,3	23,1	22,9	28,8	1,0	1,6	2,9	0,4	3,3	0,5
P ₆₀ K ₁₂₀ + N ₆₀	16,1	18,1	14,8	17,2	14,0	13,5	-3,6	-3,3	-3,6	-1,9	-3,4	-3,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + P ₆₀	6,1	7,4	7,3	4,1	7,2	8,1	-1,2	-1,1	-1,2	-0,8	-1,2	-1,7
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + K ₁₂₀	6,1	11,7	10,7	6,0	4,5	4,5	-2,2	-2,3	-1,6	-2,1	-1,8	-0,8
Чернозём выщелоченный среднесуглинистый												
Контроль + P ₆₀ K ₁₂₀	25,8	25,1	23,4	21,9	21,4	33,4	1,3	1,0	0,1	0,5	2,0	0,5
P ₆₀ K ₁₂₀ + N ₆₀	10,3	11,5	13,2	14,8	13,1	18,4	-1,4	-1,3	-3,2	-1,3	-0,8	-0,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + P ₆₀	5,4	7,6	8,4	8,8	6,8	8,7	-0,6	-0,4	-0,8	-1,9	-1,1	-1,1
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + K ₁₂₀	5,0	7,0	6,0	4,3	7,1	7,5	-2,1	-0,9	-0,9	-0,8	-1,0	-0,8

По отдельным повторностям в пятом варианте (доза $N_{60}P_{120}K_{240}$) содержание сухого вещества в клубнях снижалось на два процентных пункта (т.е. на 10% от уровня равного, например, 20%). Однако, чем ниже содержание в клубнях сухого вещества, тем больше при прочих равных факторах проявлялась склонность вакуумированных клубней к потере тургора и выделению воды в межклубневое пространство, в результате чего упакованный продукт становился дряблым и терял товарную привлекательность (обычно это происходило через 3-4 дня после вакуумирования). Но ещё раньше и, как правило, в большей степени продукт терял свою товарную привлекательность вследствие потемнения мякоти. В ходе исследований было установлено, что мякоть клубней, выращенных с дозой минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{120}$ (третий вариант), во все сроки определения (через 5, 10 и 15 дней после вакуумирования без применения консервантов) имела наибольшую устойчивость к потемнению (таблица 20).

Таблица 20 – Пригодность сортов картофеля к вакуумной упаковке по показателю устойчивости мякоти клубней к потемнению в зависимости от сорта, типа почвы, дозы минеральных удобрений и срока хранения (9-балльная шкала), в среднем за 2008-2011 гг. при осеннем сроке переработки

Дозы удобрений (д.в. кг/га)	Потемнение мякоти через:																	
	ранние									среднеранний			среднеспелые					
	Удача			Импала			Ред Скарлетт			Брянский деликатес			Голубизна			Аврора		
	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней
Дерново-подзолистая супесчаная (Московская область, Люберецкий район)																		
1. Без удобрений	6,5	5,6	4,9	9,0	8,3	7,4	8,3	7,4	6,0	7,0	6,1	5,3	6,9	5,8	4,6	8,0	7,0	6,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	7,3	6,3	5,4	9,0	8,5	7,8	8,4	7,5	6,9	7,5	6,8	5,8	7,3	6,4	5,4	8,5	7,3	6,6
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	7,5	6,5	5,6	9,0	8,5	8,1	8,6	7,9	7,0	7,9	7,0	6,0	7,3	6,8	5,8	8,8	7,6	7,1
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	7,0	6,0	5,4	9,0	8,0	7,4	7,9	7,8	6,6	7,6	6,8	5,8	7,0	6,3	5,3	8,8	7,5	6,6
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	6,6	5,6	5,1	9,0	7,8	6,4	7,8	7,3	6,3	7,4	6,5	5,6	7,0	5,5	4,6	8,3	7,5	6,4
Чернозём выщелоченный среднесуглинистый (Пензенская область, Нижнеломовский район)																		
1. Без удобрений	8,3	7,5	6,3	9,0	8,5	7,3	8,8	7,5	6,9	8,3	7,5	6,0	8,5	7,0	5,8	9,0	7,8	6,4
2. P ₆₀ K ₁₂₀	8,5	7,8	6,8	9,0	8,5	7,5	8,8	8,0	7,3	8,3	7,5	6,4	8,5	7,4	6,3	9,0	8,0	6,8
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	8,8	8,1	7,3	9,0	8,5	7,5	8,8	8,0	7,4	8,5	7,5	6,5	8,5	7,5	6,5	9,0	8,0	7,4
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	8,5	7,9	7,0	9,0	8,5	7,5	8,5	7,8	7,1	8,3	7,5	6,4	8,5	7,5	6,3	9,0	8,0	7,0
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	8,5	7,8	6,8	9,0	8,5	7,1	8,5	7,5	7,0	8,3	7,5	6,3	8,5	7,3	6,0	9,0	7,8	6,9

В среднем по исследованным сортам характер распределения выхода товарных клубней при соответствующем содержании сухого вещества в них в зависимости от доз минеральных удобрений имел вид, представленный на рисунке 26 (линии построены методом логарифмического аппроксимирования).

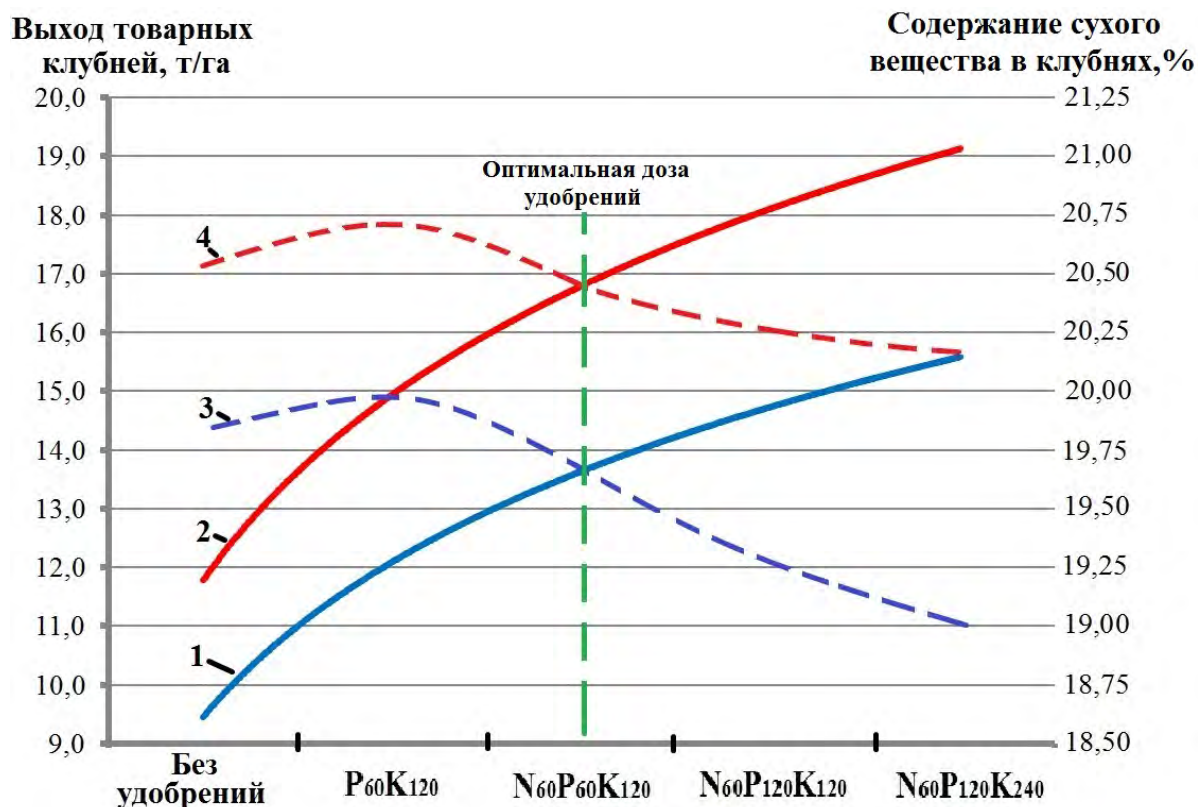


Рисунок 26. Выход товарных клубней, т/га (1) и содержание сухого вещества (3) в среднем по исследованным сортам при выращивании на дерново-подзолистой супесчаной почве (синие линии) и соответственно (2) и (4) красные линии - на чернозёме выщелоченном в зависимости от доз удобрений

Выявлено, что картофель, выращенный на чернозёме, имел более высокие (на 0,5-1,0 балла в зависимости от сорта) и стабильные показатели устойчивости мякоти к потемнению и способности клубней сохранять тургор по сравнению с выращенным на дерново-подзолистой супесчаной почве (рисунок 27).

В этой связи, с точки зрения получения оптимального соотношения величины и качества урожая картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки, наиболее подходящим для его выращивания на дерново-подзолистой супесчаной почве в условиях Центрального региона России является доза

минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{120}$, а на чернозёме в условиях Средневолжского региона кроме дозы $N_{60}P_{60}K_{120}$, также и $N_{60}P_{120}K_{120}$. Дозы указаны для среднеобеспеченных питательными элементами почв.

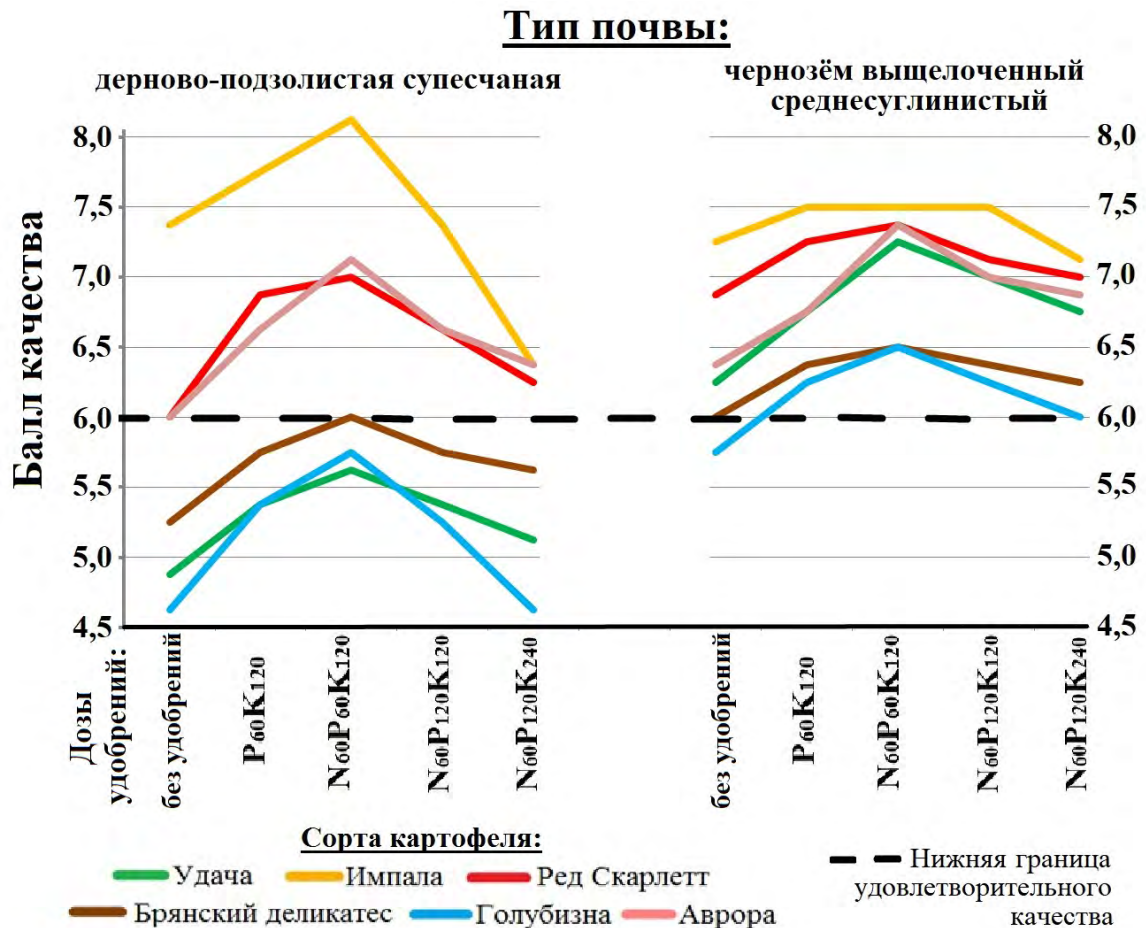


Рисунок 27. Качество картофеля через 15 дней хранения в вакуумной упаковке (среднее по показателям устойчивости мякоти к потемнению и способности клубней сохранять тургор) в зависимости от сорта, типа почвы и дозы удобрений (по 9 балльной шкале)

Метеорологические условия вегетационного периода влияли на качество картофеля в вакуумной упаковке двойко. С одной стороны, в более жаркие и засушливые 2010 и 2011 годы устойчивость мякоти клубней большинства сортов к потемнению (особенно непосредственно в послеуборочный период) была несколько выше, а с другой, в эти годы клубни были более склонны к потере тургора в вакуумной упаковке, чем в более влажные 2008 и 2009 годы (приложение К). Наиболее сбалансированным в этом отношении оказался 2008 г.

Установлено, что осенью непосредственно в послеуборочный период, мякоть клубней имела наибольшую устойчивость к потемнению при хранении в вакуумной упаковке. В более поздние сроки переработки (январь и апрель), в зависимости от температуры хранения при соответствующем накоплении редуцирующих сахаров устойчивость мякоти клубней к потемнению снижалась (рисунок 28 на примере сорта Ред Скарлетт).

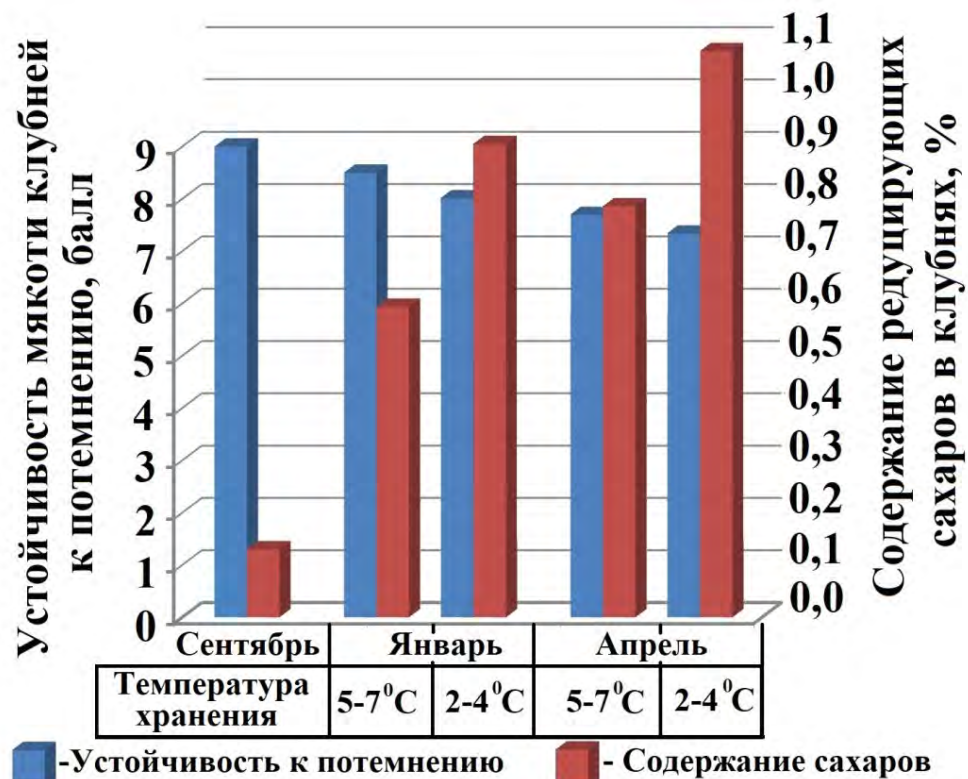


Рисунок 28. Потемнение мякоти клубней сорта Ред Скарлетт в зависимости от содержания редуцирующих сахаров при различных температурах хранения и сроках вакуумирования

При повышении содержания редуцирующих сахаров к весне до 1,1% и более (что особенно характерно для температуры хранения 2-4 °C) устойчивость мякоти вакуумированных клубней снижалась в зависимости от сорта на 1,5-2,0 балла по сравнению с исходным качеством в осенний период. Поэтому как сырьё для вакуумной упаковки картофель предпочтительнее хранить при 5-7 °C (при более низкой температуре при длительном хранении в клубнях возрастает содержание редуцирующих сахаров и снижается устойчивость мякоти к потемнению, а при более высокой - возрастает естественная убыль массы и общие потери, клубни многих сортов начинают прорастать, теряют тургор, что приводит

к повышенному отходу при очистке). В целом, в среднем по сортам за годы исследований (приложения К, Л) в формировании качества вакуумированного и быстрозамороженного картофеля изученные факторы выращивания и хранения имели следующую значимость в баллах и процентах (полный круг диаграммы соответствует максимально возможным 9 баллам, принятым за 100%, рисунок 29):

**Удельная значимость основных факторов,
определяющих пригодность картофеля к
первичной переработке:**

Факторы:	Вакуумная упаковка		Быстрая заморозка	
	балл	%	балл	%
Сорт	2,5	27,8	1,8	20,0
Тип почвы	1,0	11,1	0,5	5,6
Доза удобрений	1,0	11,1	0,3	3,3
Метеоусловия	0,5	5,6	0,5	5,6
Срок переработки	0,5	5,6	1,0	11,1
Температура хранения	0,3	3,3	2,0	22,2
Прочие факторы	3,2	35,5	2,9	32,2
ИТОГО	9,0	100,0	9,0	100,0

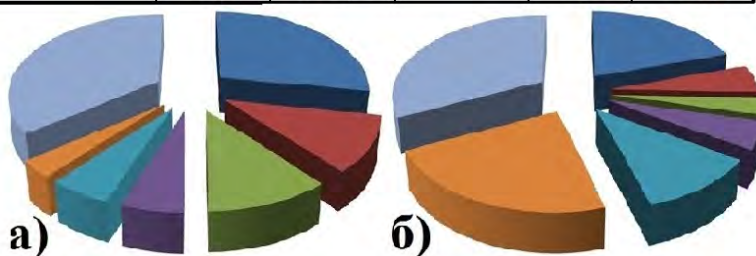


Рисунок 29. Средневзвешенная доля факторов в формировании качества картофеля: а) вакуумированного; б) быстрозамороженного

То есть сорт (а для быстрозамороженного картофеля ещё и температура хранения) имели решающее значение. Однако и другие факторы в совокупности были способны оказывать на пригодность картофеля к изучаемым видам переработки существенное влияние. В исследованиях на данном этапе (2008-2011 гг.) наиболее пригодными для целей вакуумной упаковки (а также быстрой заморозки) оказались сорта Ред Скарлетт и Импала. Остальные изученные сорта при прочих равных условиях имели значительно меньшую устойчивость мякоти к потемнению, что, тем не менее, имело для исследований свои преимущества, т.к. именно на таких сортах было удобнее всего изучать влияние прочих факторов на этот показатель.

4.2 Вид упакованного продукта (целые клубни, ломтики и брусочки) и способ подготовки сырья (просушивание, консервант, термообработка)

Вид упакованного продукта

В исследованиях изучалось влияние глубины среза при ножевой очистке клубней и в каком виде вакуумировался картофель - целые клубни, ломтики или брусочки. Существенного влияния глубины среза в вариантах 1-2 и 3-4 мм при ножевой очистке на качество картофеля в вакуумной упаковке не выявлено.

Установлено, что картофель, вакуумированный в виде ломтиков и брусочков, по сравнению с целыми клубнями, проявлял значительно большую склонность к потемнению из-за увеличения удельной поверхности срезов, что приводило к нарушению компартментализации большего числа клеток, а следовательно, и к более интенсивному (на 2,0-2,5 балла) ферментативному потемнению мякоти. Кроме того, картофель в виде ломтиков и брусочков при хранении в вакуумной упаковке гораздо быстрее и интенсивнее терял тургор. Это объясняется неравномерностью распределения крахмала в клубнях - в камбии и внешней части сердцевины содержание крахмала максимально, а в сердцевине ниже (разница может достигать 4-6% [138]). Поэтому при глубине очистки товарных клубней до 3-4 мм не происходило оголения тканей с более высоким содержанием воды, а при резке клубней на ломтики и брусочки, напротив, такие ткани (в первую очередь сердцевина клубня) оголялись, вода из них в условиях вакуумной упаковки постепенно выходила и пакет обводнялся.

Данная тенденция отмечена для картофеля вне зависимости от условий выращивания. Однако, принимая во внимание то, что клубни с чернозёма были более устойчивы к потемнению и накапливали больше сухого вещества и крахмала, их можно было вакуумировать и в виде резаных на ломтики или брусочки при выращивании с дозами удобрений $N_{60}P_{60-120}K_{120}$. Качество такого продукта в экспериментах было удовлетворительным, за исключением сортов, мякоть которых склонна к потемнению.

Просушивание клубней

В опытах вакуумирование клубней проводилось как с предварительным просушиванием клубней, так и без него. Было установлено, что незначительное просушивание клубней способствовало улучшению потребительских показателей клубней при длительном хранении в вакуумной упаковке (тургор клубней в пакете сохранялся несколько лучше, чем при закладке влажных клубней). В то же время, по нашим наблюдениям, в случае соблюдения условий, обеспечивающих равномерное стекание избыточной воды с поверхности клубней (на стадии от их промывки после очистки до упаковки) качество продукта в вакуумной упаковке существенно не ухудшалось (что важно для высокопроизводительного промышленного производства).

Применение консерванта пиросульфита натрия

Как известно, для компенсации основного недостатка абразивной чистки - потемнения поверхности очищенных клубней - применяют различные консерванты (обычно бисульфит или пиросульфит натрия) [249]. Однако этот способ не лишен недостатков. По результатам проведённых нами исследований на сортах картофеля Жуковский ранний, Леди Клэр (ранние) и Красавчик (среднеранний), обработка 1% пиросульфитом натрия очищенных клубней перед вакуумированием (выдерживание в растворе в течение 2 мин), хоть и повышает устойчивость клубней к потемнению (на 0,5-1,5 балла в зависимости от сорта), но одновременно с этим приводит и к снижению тургора клубней, их обводнённости, кислому запаху при вскрытии пакета, а после варки на поверхности таких клубней часто наблюдается плотная оболочка, серьёзно ухудшающая их вкус и консистенцию (рисунок 30).

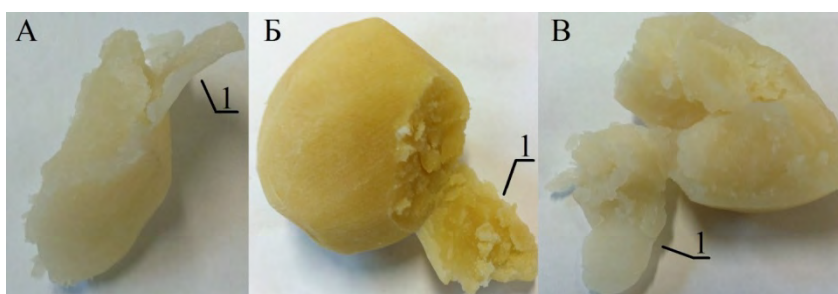


Рисунок 30. Плотная оболочка (1), образующаяся на поверхности варёных клубней на 15 день после вакуумирования с предварительной обработкой 1% пиросульфитом натрия. Сорта: А - Жуковский ранний; Б - Леди Клэр; В – Красавчик

В экспериментах с ещё более высокими концентрациями пиросульфита натрия (1,5 и 2,0%) подобные негативные эффекты проявлялись ещё заметнее. С аналогичными проблемами при обработке клубней схожим консервантом (2,0% бисульфитом натрия) сталкиваются производители вакуумированного картофеля и за рубежом. Например, в Ирландии из трёх наиболее распространённых для этих целей сортов - Maris Piper, Fontane и Rooster первые два наиболее проблематичны в отношении образования на поверхности клубней твёрдой оболочки [277].

К тому же необходимо учитывать, что из экологических соображений, картофель в вакуумной упаковке, обработанный консервантом, неразрешён для детского и диетического питания.

Термообработка сырых очищенных клубней

Вакуумировать можно не только сырые очищенные клубни, но и термически обработанные. В исследованиях изучали бланширование клубней (в течение 20 сек); варку до полной готовности (в течение 30 мин) в вариантах осуществления как до, так и после упаковки клубней в вакуумные пакеты. Хранили термически обработанные вакуумированные клубни среднераннего сорта Гала в течение 20 дней в холодильнике при температуре 3-4 °С с последующей варкой до полной готовности и определением потребительских показателей в сравнении с контролем. В результате экспериментов установлено:

1) Контроль через 20 дней хранения в вакуумной упаковке с последующей варкой не отличался от варёного свежего картофеля по потребительским показателям.

2) Варка клубней в течение 20 сек (бланширование) с последующим вакуумированием, хранением в течение 20 дней и довариванием приводила к образованию на их поверхности тонкой плёнки, вкус был от нормального до «с кислинкой». Кроме того такой вид термообработки способствовал проявлению тёмных пятен в районе глазков.

3) Варка вакуумированных клубней в пакете в течение 20 секунд (бланширование) с последующим их довариванием через 20 дней хранения в вакуумной упаковке способствовала образованию толстой плёнки на поверхности клубней и наличию «кислотного привкуса».

4) Варка вакуумированных клубней в пакете в течение 30 минут с последующим хранением их в течение 20 дней в вакуумной упаковке обеспечивала после разогрева в микроволновой печи нормальный вкус картофеля.

5) Варка клубней в течение 30 мин с последующим вакуумированием и хранением их в течение 20 дней в вакуумной упаковке после разогрева в микроволновой печи обеспечивала получение нормального рассыпчатого картофеля со вкусовыми качествами выше, чем в других вариантах исследования. Однако товарный вид такого картофеля был менее привлекательным, поскольку при вакуумировании уже варёных клубней происходило их сдавливание, деформация и при вскрытии такого пакета варёные клубни смотрелись неестественно.

Кроме того, необходимо отметить, что клубни по всем вариантам термообработки как с варкой до вакуумирования, так и после неё при вскрытии пакета через 20 дней хранения при 3-4 °С отличались повышенной влажностью.

По-нашему мнению, на потребительские качества варёного картофеля (текстуру) в вакуумной упаковке, помимо изученных факторов (сорт, условия выращивания и хранения), существенное влияние может оказывать также тип упаковочной плёнки (её толщина, количество и чередование полиамидно/полиэтиленовых слоёв) и режимы самого процесса вакуумации клубней (продолжительность работы насоса и развиваемое при этом отрицательное давление в барах). Однако исследование данных параметров в задачи исследований не входило.

4.3 Влияние температуры на срок хранения картофеля в вакуумной упаковке

Как известно, одним из лимитирующих факторов продолжительности хранения картофеля в вакуумной упаковке является его порча вследствие прогрессирующей микробной активности, которая, в свою очередь, зависит от температуры хранения продукта [277, 346, 351].

С целью определения влияния температуры хранения вакуумированного картофеля на возможный срок его хранения были проведены эксперименты с сортом Гала при хранении в широком диапазоне температур - от 2 до 20 °С. Было установлено, что чем ниже температура хранения, тем выше устойчивость мякоти клубней к потемнению, выше сохранность их тургора и в целом продолжительнее максимальный срок хранения. Так, при температуре 2 °С потребительские показатели вакуумированного картофеля сорта Гала сохранялись на высоком уровне в течение 20 суток и продукт соответствовал требованиям Технического регламента Таможенного Союза 021 «О безопасности пищевой продукции» (приложение Ф). При последующей варке картофель не отличался существенно от контрольного образца ни по вкусу, ни по консистенции, ни по развариваемости. Тем не менее, через 15-20 суток хранения в вакуумной упаковке отмечался существенный рост по некоторым микробиологическим показателям (мезофильные аэробные, факультативно-анаэробные и молочнокислые микроорганизмы, в отдельных образцах обнаруживались колиформные бактерии). Поэтому дальнейшие исследования, по нашему мнению, должны быть направлены на поиск путей экологически безопасных методов антимикробной обработки сырья, так как сама по себе длительная сохранность высоких потребительских показателей данного продукта не гарантирует отсутствие развития вредной микробиоты.

При более высоких температурах хранения (5-6 °С) картофель с высокими потребительскими показателями по данному сорту удавалось получить при хранении в течение не более 10-15 суток, а при комнатной температуре качество

картофеля резко ухудшалось уже через 2-3 суток (вид вакуумированного картофеля через 7 суток хранения при температуре 20 °С показан на рисунке 25).

4.4 Качество варёного картофеля после хранения в вакуумной упаковке

В сравнении с контролем (свежесваренные клубни), варёный картофель после 10-15 дневного хранения в вакуумной упаковке в холодильнике при 2 °С по показателям вкуса, консистенции, рассыпчатости, влажности мякоти почти не отличался. Однако, аромат варёного вакуумированного картофеля был выражен, как правило, несколько слабее и иногда на поверхности клубней отмечалась тонкая плёнка.

В современной практике столовые сорта картофеля принято подразделять на следующие типы: картофель типа «А» предназначен в основном для приготовления салатов; типа «В» (столовый со связной мякотью) – для поджаривания и переработки; типа «С» (столовый с рассыпчатой мякотью) – для большинства блюд; типа «D» (столовый с очень рассыпчатой мякотью) - для пюре. На основании такой оценки в каталоге сорта указывается тип столового картофеля при варке, например, «А»; «В»; «АВ»; «ВС» и т.д. [162].

Изученные сорта по показателю пригодности к варке через 10 дней после вакуумирования были классифицированы следующим образом: Импала – «А», Удача – «АВ», Ред Скарлет – «АВ», Аврора – «ВС», Брянский деликатес – «ВС», Голубизна – «D», что в целом соответствовало их классификации при оценке свежеприготовленного продукта (т.е. без вакуумирования).

В исследованиях, проведённых в 2015-2018 гг. в послеуборочный период (сентябрь), установлено, что при хранении картофеля в вакуумной упаковке существенного снижения витамина «С» не происходило, например, по сортам Леди Клэр и Гала его содержание до вакуумирования составляло 19,7 и 29,0 мг%, а через 15 дней после хранения в вакуумной упаковке соответственно 18,5 и 28,2 мг% (НСР₀₅ 1,3-1,5 мг%).

Содержание нитратов по данным сортам в течение 15 дней хранения в вакуумной упаковке немного уменьшалось - по сорту Леди Клэр со 113 до 82, а по сорту Гала со 130 до 112 мг/кг (до очистки клубней оно было выше на 20-25%, а после варки в результате десорбции, напротив, ниже на 30-40%, НСР₀₅ 15-20 мг/кг).

Таким образом, при выращивании картофеля на оптимальном агрофоне (с дозами удобрений $N_{60}P_{60-120}K_{120}$) готовый продукт в силу естественных технологических операций (очистка клубней, хранение в вакуумной упаковке и последующая варка) сам по себе получался с экологической точки зрения по содержанию нитратов безопасным (значения значительно ниже ПДК 250 мг/кг), особенно при более поздних (зима-весна) сроках переработки, при которых отмечалось дальнейшее снижение содержания нитратов (на 20-25% в зависимости от сорта).

4.5 Влияние условий выращивания, температуры хранения сырья, срока переработки и длительности хранения на качество быстрозамороженного картофеля

Известно, что пригодность сортов картофеля к переработке на быстрозамороженные полуфабрикаты определяется содержанием сухого вещества, редуцирующих сахаров, витамина «С», количеством отходов при очистке, устойчивостью к потемнению мякоти [244, 241].

Основной проблемой при производстве быстрозамороженного картофеля без применения консервантов является потемнение брусочков, которое по отдельным сортам в некоторые годы может оказаться весьма существенным, как в наших исследованиях было, например, с сортом Удача в сезон хранения 2008-2009 гг. при выращивании в Московской области при дозах минеральных удобрений $N_{60}P_{120}K_{120}$ и $N_{60}P_{120}K_{240}$ (рисунок 31 а). Причиной тому являлись как сортовые особенности (мякоть данного сорта склонна к потемнению, особенно при выращивании на дерново-подзолистой супесчаной почве Московской

области), так и высокое содержание в клубнях редуцирующих сахаров в послеуборочный период 2008 года (0,5% при указанных дозах минеральных удобрений, приложение И). При обжаривании уже после десятидневного хранения в замороженном виде такой продукт получался неудовлетворительного качества из-за слишком тёмного цвета (рисунок 31 б).

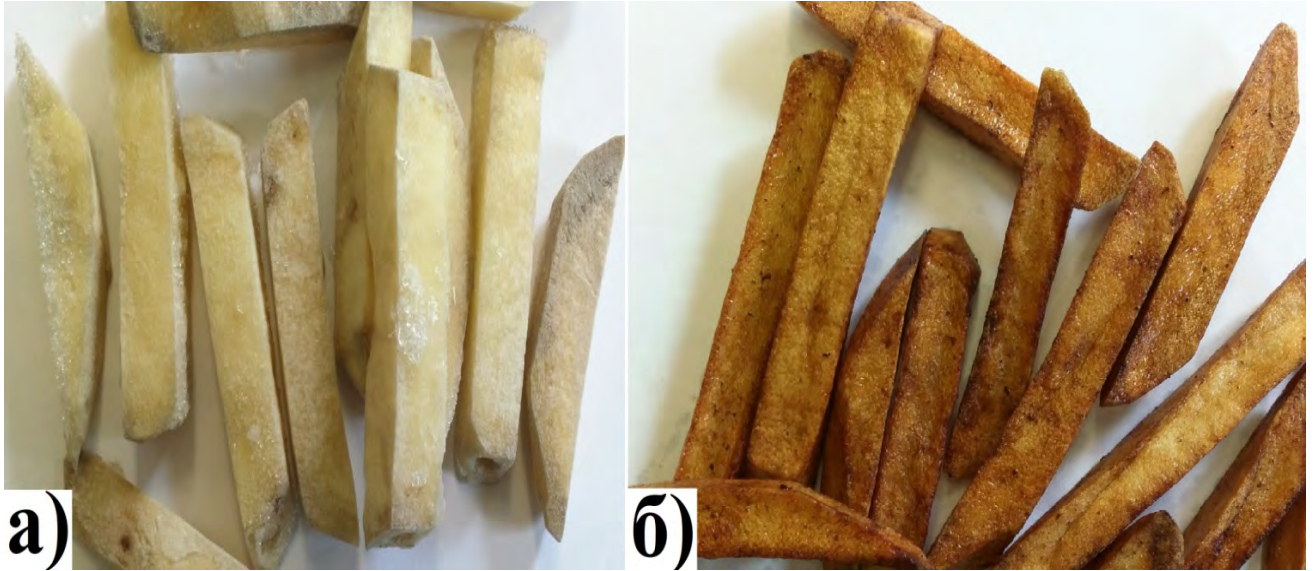


Рисунок 31. Неудовлетворительное качество быстрозамороженного картофеля сорта Удача: а) сырых брусочков через 10 дней хранения при -18°C ; б) жареных брусочков (доза удобрений $\text{N}_{60}\text{P}_{120}\text{K}_{240}$, ЭБ «Коренёво», сезон 2008-2009 гг.)

В проведённых исследованиях было установлено, что наиболее интенсивно мякоть брусочков темнела в первые 10 дней после быстрой заморозки (в особенности на начальной стадии их приготовления - от очистки и нарезки клубней до завершения шоковой заморозки при -40°C). В дальнейшем при длительном хранении до 6 и 12 месяцев при постоянной температуре -18°C изменение цвета обычно было не столь значительное (таблица 21).

Наибольшая устойчивость мякоти брусочков к потемнению отмечена при выращивании картофеля на чернозёме выщелоченном среднесуглинистом (Пензенская область).

Показатель цвета брусочков при выращивании картофеля на дерново-подзолистой супесчаной почве (Московская область) был ниже на 0,5-1,5 балла (таблица 21, рисунок 32, приложение Л).

Таблица 21 – Пригодность сортов картофеля к быстрой заморозке по показателю устойчивости мякоти клубней к потемнению в зависимости от сорта, типа почвы, дозы удобрений и срока хранения
(в среднем за 2008-2011 гг. по 9-балльной шкале)

Дозы удобрений (д.в. кг/га)	Потемнение мякоти через:																							
	ранние												среднеранний				среднеспелые							
	Удача				Импала				Ред Скарлетт				Брянский деликатес				Голубизна				Аврора			
	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев
Дерново-подзолистая супесчаная (Московская область, Люберецкий район)																								
1. Без удобрений	5,8	5,1	4,4	3,3	8,0	7,6	6,8	6,1	8,0	7,4	6,8	6,1	7,1	6,6	6,0	4,9	6,3	5,8	5,3	4,4	6,9	6,3	5,7	5,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	6,3	5,5	4,9	3,9	8,0	7,6	7,1	6,0	8,3	7,5	7,1	7,0	7,6	6,8	6,1	5,1	6,3	5,9	5,4	5,0	7,1	6,3	5,8	5,0
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	6,3	5,5	5,0	3,8	8,3	7,8	7,5	6,8	8,3	7,8	7,4	6,5	7,6	6,9	6,1	5,1	6,7	6,2	5,7	4,9	7,5	7,0	6,3	5,4
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	6,3	5,5	4,9	3,6	8,3	7,5	6,8	6,4	8,3	7,8	7,0	6,4	7,4	6,8	5,9	5,1	6,3	5,8	5,4	5,0	7,3	6,6	6,0	5,4
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	6,1	5,7	4,9	3,6	8,3	7,4	7,0	6,0	8,3	7,8	7,1	5,9	7,1	6,5	5,9	5,0	6,3	5,8	5,2	5,0	7,4	6,6	6,0	5,4
Чернозём выщелоченный среднесуглинистый (Пензенская область, Нижнеломовский район)																								
1. Без удобрений	6,6	6,1	5,5	5,0	8,4	7,9	7,6	7,3	8,5	7,9	7,6	7,0	7,5	7,0	6,6	5,5	7,1	6,5	6,1	5,1	7,9	7,1	6,6	6,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	6,8	6,3	5,9	5,3	8,4	8,0	7,6	7,4	8,5	8,1	7,8	7,3	7,5	7,0	6,5	5,8	7,3	6,5	6,1	5,5	7,9	7,5	7,0	5,8
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	6,8	6,5	5,9	5,3	8,5	8,3	7,8	7,5	8,5	8,1	7,8	7,4	7,8	7,0	6,5	5,9	7,3	6,6	6,1	5,5	8,0	7,7	7,3	6,6
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	6,6	6,3	5,8	5,3	8,4	8,0	7,5	7,0	8,3	7,9	7,6	7,3	7,8	7,0	6,5	5,9	7,0	6,5	6,1	5,5	7,9	7,4	6,9	6,1
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	6,6	6,3	5,8	5,1	8,4	7,9	7,5	7,0	8,4	7,9	7,6	7,0	7,8	7,0	6,5	5,9	7,0	6,4	6,1	5,5	7,9	7,4	6,9	6,3

Из изученных на данном этапе исследований сортов, наиболее пригодными по показателю устойчивости мякоти брусочков к потемнению через 12 месяцев после быстрой заморозки оказались сорта Импала и Ред Скарлетт. Из сортов отечественной селекции только Аврора оказался пригодным к данному виду переработки, однако, только при условии выращивания на чернозёмной почве (с дерново-подзолистой почвы показатель цвета и по этому сорту был ниже нижней границы приемлемого качества, равной шести баллам), что вызвало необходимость проведения дальнейших исследований на более широком наборе сортов отечественной селекции.

Более высокие показатели устойчивости мякоти брусочков к потемнению, как и в случае выращивания сырья для вакуумной упаковки, были отмечены при выращивании картофеля с дозой удобрений $N_{60}P_{60}K_{120}$, т.е. на третьем варианте (на чернозёме удовлетворительное качество продукта было получено также и при дозе $N_{60}P_{120}K_{120}$, т.е. на четвертом варианте).

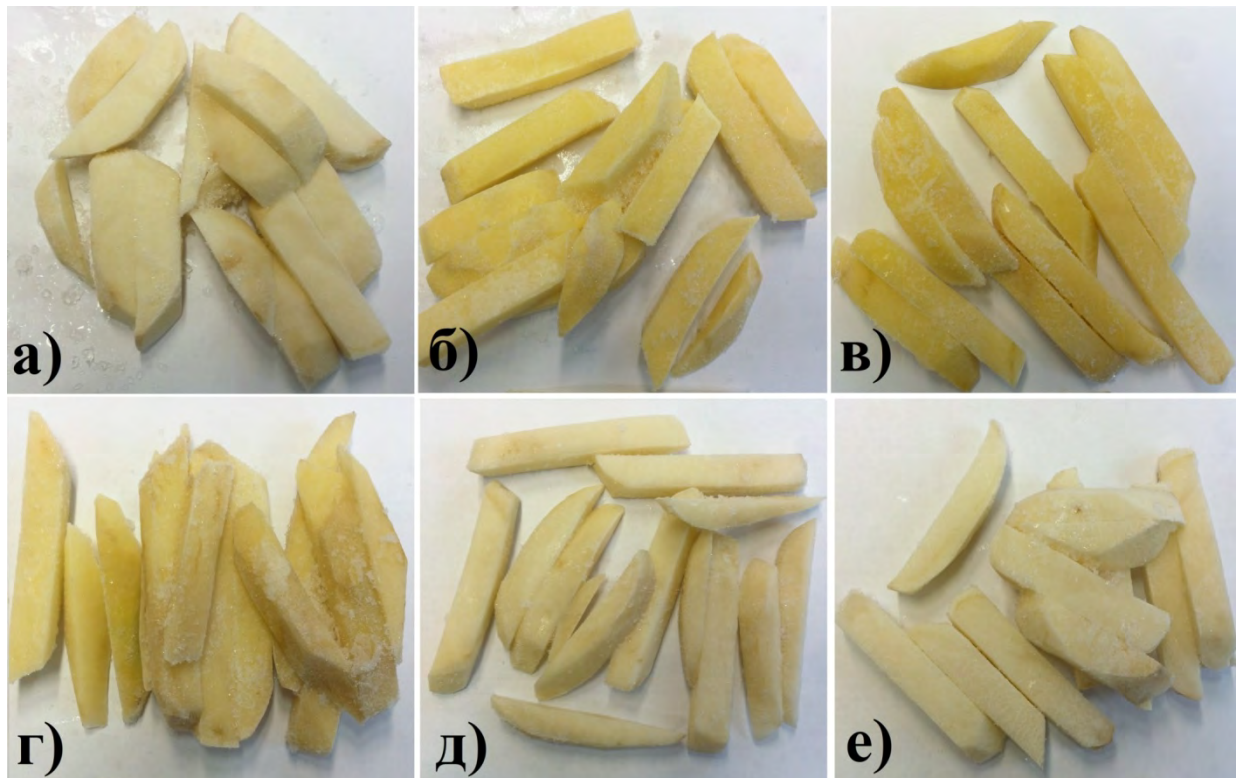


Рисунок 32. Качество быстрозамороженного картофеля через 6 месяцев хранения при температуре -18°C ($N_{60}P_{60}K_{120}$, ЭБ «Коренёво», сезон 2010-2011 гг.). Сорта: а) Удача; б) Импала; в) Ред Скарлетт; г) Брянский деликатес; д) Голубизна; е) Аврора

Как уже отмечалось ранее, картофель, хранившийся при более высокой температуре (5-7 по сравнению с 2-4 °С), имел несколько более высокие потери при хранении (на 1,5-3,3% в зависимости от сорта), характеризовался более ослабленным тургором (что увеличивало отход при механической очистке на 3-5%), однако при этом накапливал значительно меньше редуцирующих сахаров к январю (на 0,6-1,0%) и особенно к апрелю месяцу (на 0,8-1,2%), что обеспечивало значительно более светлый цвет при обжаривании быстрозамороженных брусочков (разница на 1,8-2,2 балла, а в совокупности с влиянием других изученных факторов разница достигала 4,0-5,0 баллов, рисунок 29).

Для компенсации основного недостатка хранения сырья при 2-4 °С (накопления редуцирующих сахаров) дополнительно изучался такой приём, как рекондиционирование клубней (т.е. выдерживание их в течение 2-3 недель перед переработкой при повышенной температуре 18-22 °С). При этом отмечалось снижение содержания редуцирующих сахаров за счёт ресинтеза крахмала.

Тем не менее, добиться уровня редуцирующих сахаров, обеспечивающего стабильно высокое качество конечного продукта при обжаривании, удавалось не всегда, и к тому же в реальном крупномасштабном производстве данный приём сопряжён со значительным усложнением технологических операций по перегрузке сырья в дополнительное отапливаемое помещение. Поэтому, в целом, температура хранения сырья для производства быстрозамороженного картофеля, равная 5-7 °С, оказалась предпочтительнее, чем 2-4 °С (даже с учётом проведения рекондиционирования клубней).

Для исключения вышеупомянутых недостатков, сопряжённых с повышенной температурой хранения (5-7 °С и выше), в дальнейшем проводились исследования по использованию химических и физических методов воздействия на клубни, исключающих их прорастание и снижающих потери при хранении и переработке.

При исследовании биохимических показателей брусочков изучаемых сортов через 12 месяцев хранения при -18°C по сравнению с изначальным было установлено, что содержание сухого вещества, крахмала и редуцирующих сахаров существенно не менялось, однако, значительно снизилось содержание витамина «С» (в 3-4 раза).

Установлено, что динамика изменения цвета мякоти картофеля быстрозамороженного (в сторону ухудшения по мере хранения до 12 месяцев) была в целом такой же, как и при хранении очищенных клубней в вакуумной упаковке (до 15 дней) и зависела также в первую очередь от сорта и типа почвы, что, по-видимому, связано с однотипными процессами ферментативного и неферментативного окисления мякоти, свойственными в той или иной степени каждому сорту и наиболее активно происходящими на начальных этапах приготовления данных продуктов (рисунок 33 на примере картофелепродуктов из сырья, выращенного на дерново-подзолистой супесчаной почве).

Таким образом, в целом, исходя из полученных данных при изучении пригодности картофеля к вакуумной упаковке и быстрой заморозке в зависимости от условий выращивания, хранения и подготовки сырья, были сделаны следующие выводы:

1. Для достижения оптимального соотношения величины и качества урожая картофеля (с учётом биохимических показателей и устойчивости мякоти к потемнению) как сырья для вакуумной упаковки и быстрой заморозки, наиболее подходящей при выращивании на дерново-подзолистой супесчаной почве в условиях Центрального региона России является доза минеральных удобрений $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$, для сравнения в условиях Средневолжского региона при выращивании на чернозёме - ещё также и доза $\text{N}_{60}\text{P}_{120}\text{K}_{120}$ (данные для среднеобеспеченных питательными элементами почв).

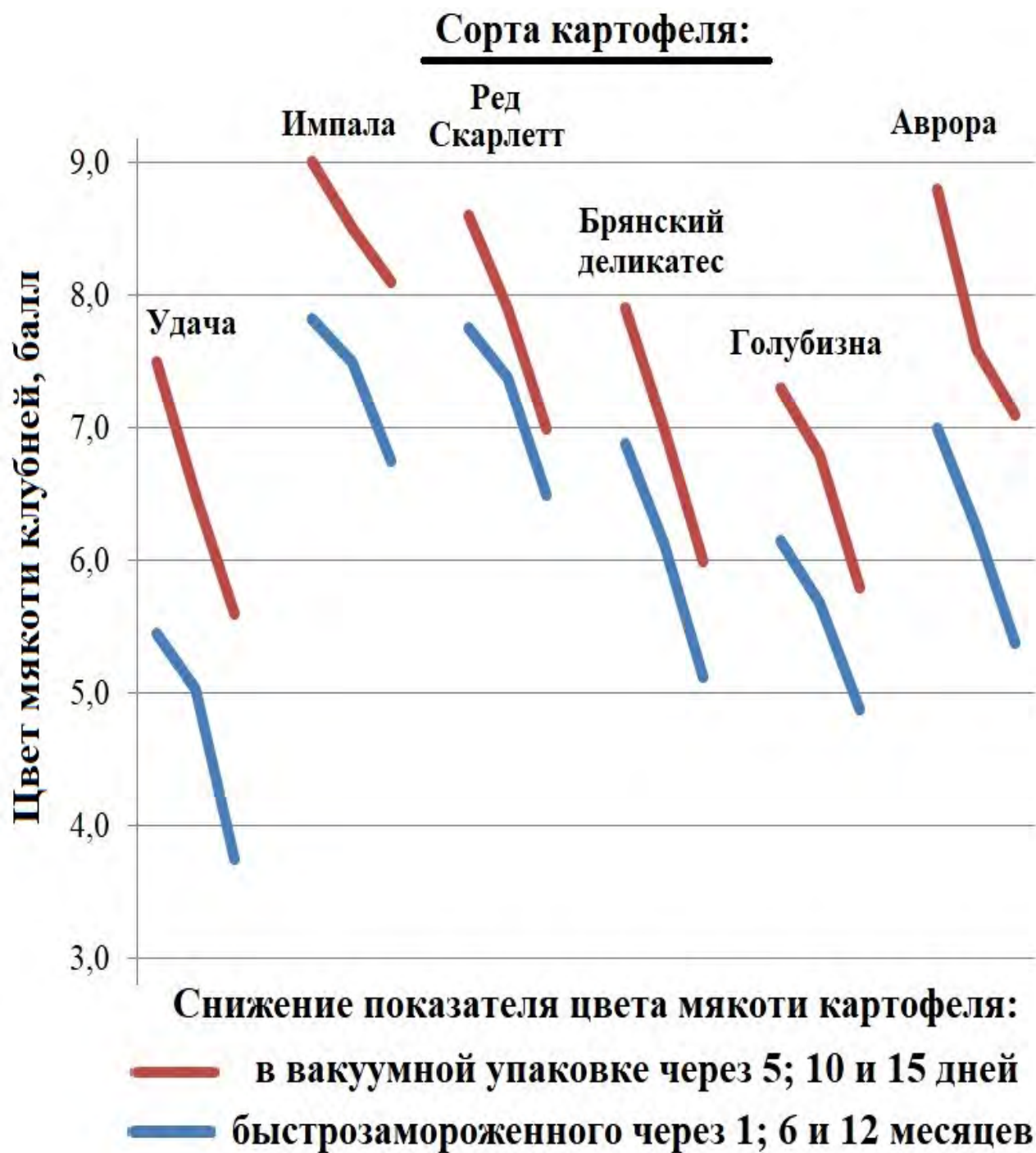


Рисунок 33. Изменение показателя цвета мякоти картофеля изучаемых сортов при хранении в вакуумной упаковке и после быстрой заморозки (клубни урожая, выращенного на дерново-подзолистой супесчаной почве в Люберецком районе Московской области, в среднем за 2008-2011 гг.)

2. Наиболее значимым фактором, определяющим пригодность картофеля к вакуумной упаковке и быстрой заморозке, являлся сорт. Наиболее пригодные сорта картофеля (Лилея, Гала, Русский сувенир и т.п.) для данных видов первичной переработки имели оценку на 1,6-2,7 балла выше (по 9-балльной шкале), по сравнению с другими сортами. Также существенную роль в формировании высоких показателей пригодности сырья играли такие факторы, как тип почвы (0,3-1,2 балла), доза минеральных удобрений (0,2-1,1 балла), метеоусловия вегетационного периода (0,4-1,0 балл), срок переработки (0,4-1,2 балла) и температура хранения сырья, особенно для быстрозамороженного картофеля (0,2-2,2 балла).

3. Картофель, вакуумированный в виде ломтиков и брусочков, по сравнению с целыми клубнями, проявлял значительно большую склонность к потемнению.

4. Обработка 1% пиросульфитом натрия очищенных клубней перед вакуумированием повышала устойчивость клубней к потемнению (на 0,5-1,5 балла в зависимости от сорта), но при этом существенно ухудшала потребительские показатели продукта (снижение тургора, кислый запах, плотная оболочка после варки).

5. Просушивание клубней перед вакуумированием несколько улучшало потребительские показатели картофеля в вакуумной упаковке, однако в производственных условиях это не критично.

6. Из различных изученных вариантов термической обработки, варка клубней в течение 30 мин перед вакуумированием обеспечивала наилучшее качество готового продукта по вкусу и консистенции. Однако товарный вид такого продукта в сравнении с сырым очищенным картофелем в вакуумной упаковке был менее привлекательным.

Глава 5 ПОДБОР СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ДЛЯ ВАКУУМНОЙ УПАКОВКИ И БЫСТРОЙ ЗАМОРОЗКИ

5.1 Требования, предъявляемые к сортам картофеля, предназначенным для вакуумной упаковки и быстрой заморозки

Под пригодностью картофеля к какому-либо виду переработки подразумевается соответствие качества клубней ряду требований, обусловленных технологией изготовления конкретного вида картофелепродукта с достижением его максимального выхода с высоким качеством и при минимальных затратах. Эти требования можно разделить на общие и специальные [47, 48, 199].

Общие требования к картофелю для первичной переработки

Для переработки должен использоваться картофель, соответствующий ГОСТ 26832-86 «Картофель свежий для переработки на продукты питания»:

- внешний вид – клубни целые, сухие, незагрязненные, непозеленевшие, без наростов, трещин, неувядшие, однородные по форме и окраске мякоти, одного сорта, запах – свойственный картофелю, без постороннего;
- низкое содержание нитратов, радионуклидов, тяжелых металлов, остатков пестицидов, т.е. должен быть сертифицирован [11, 9, 10];
- содержание клубней размером на 5 мм менее установленных – не более 10% по массе;
- содержание клубней с механическими повреждениями глубиной более 3 мм и длиной 10 мм (порезы, вырывы, вмятины, трещины) – не более 2% от массы, поврежденных сельскохозяйственными вредителями – не более 2%, пораженных болезнями, в том числе паршой или ооспорозом – не более 5% от массы;
- не допускаются клубни раздавленные, поврежденные грызунами, проволоочником, позеленевшие, подмороженные, запаренные с признаками «удушья», с железистой пятнистостью (ржавостью), мокрой, сухой, пуговичной, кольцевой гнилью, фитофторой, меланозом;
- кондиция картофеля должна быть не менее 90% стандарта [35].

Специальные требования к картофелю для первичной переработки.

К этим требованиям относятся сортовая чистота; содержание сухого вещества, редуцирующих сахаров, крахмала (размер крахмальных зерен); форма клубней; глубина залегания глазков; развариваемость; отсутствие потемнения мякоти после очистки; определенная динамика изменения количества сухого вещества и сахаров в процессе хранения; реакция на воздействие низких и высоких температур при обжарке и замораживании [166, 168, 199].

На основании проведённых исследований, нами были сформулированы следующие специальные требования к сортам картофеля, пригодным к вакуумной упаковке и быстрой заморозке: содержание сухого вещества не ниже 20%, отходов при механической очистке (являющихся в свою очередь во многом следствием количества и глубины залегания глазков) на уровне не выше 20% (т.е. не ниже 6 баллов) при сентябрьском сроке переработки, устойчивость мякоти клубней к потемнению не ниже 7 баллов через 15 дней хранения в вакуумной упаковке (или не ниже 6 баллов через 12 месяцев после быстрой заморозки брусочков). Для быстрозамороженного картофеля дополнительными требованиями являлись также: форма клубня (удлинённая), содержание в клубнях редуцирующих сахаров (не более 0,3%) и качество обжаренного картофеля – без потемнения, рассыпчатый и вкусный (в среднем не ниже 6 баллов по цвету, консистенции и вкусу).

5.2 Сорта, пригодные для вакуумной упаковки

На начальном этапе исследований (2008-2011 гг.) при изучении факторов, определяющих пригодность картофеля к вакуумной упаковке и быстрой заморозке, изучались 6 сортов. Однако в дальнейшем (2012-2018 гг.), с учётом выявленной значимости фактора сорта, набор изучаемых сортов картофеля был расширен (дополнительно 104 сортообразца). Сорта выращивали в одинаковых условиях (Московская область, Люберецкий район, дерново-подзолистая супесчаная почва) на одинаковом оптимальном фоне минерального питания (доза удобрений $N_{60}P_{60}K_{120}$ при локальном внесении во время нарезки гребней).

В результате исследований было установлено, что из 104 дополнительно изученных сортообразцов (таблица 22) вышеуказанным требованиям, предъявляемым к сырью для производства картофеля в вакуумной упаковке, соответствовало 40 сортов различного срока созревания:

Ранние: Взрыв, Леди Клэр, Лилея, Ломоносовский, Люкс, Ред Скарлетт, Саровский, Утёнок, Холмогорский.

Среднеранние: Амур, Бриз, Былина Сибири, Гала, Горняк, Лина, Манифест, Невский, Памяти Лорха, Памяти Рогачёва, Русский сувенир, Танай, Тёща.

Среднеспелые: Барин, Волат, Златка, Ирбитский, Надежда, Накра, Наяда, Сиреневый туман, Спиридон, Фаворит, Фрителла, Хозяюшка, Янка.

Среднепоздние: Вектар Белорусский, Журавинка, Зольский, Мусинский, Сатурна.

На рисунке 34 показано изменение цвета клубней при хранении некоторых наиболее устойчивых по этому показателю сортов картофеля в вакуумной упаковке в динамике через 5, 10, 15 и даже 18 дней после вакуумирования. Как видно из представленного рисунка, изменение цвета было минимальным.



Рисунок 34. Устойчивость клубней наиболее пригодных сортов картофеля к потемнению при хранении в вакуумной упаковке в течение 18 дней (сентябрь 2017 г.)

Таблица 22 - Биохимические показатели клубней и пригодность сортов картофеля к вакуумной упаковке и быстрой заморозке при выращивании на дерново-подзолистой супесчаной почве на экспериментальной базе «Коренёво», доза удобрений N₆₀P₆₀K₁₂₀ (определение в послеуборочный период 2012-2018 гг.)

№ п/п	Сорт	Содержание, %			Качество картофеля (по 9-балльной шкале)									
		Сухого вещества	крахмала	Редуцирующих сахаров	в вакуумной упаковке, через:			быстрозамороженного, через				Количество глазков	Глубина залегания глазков	Количество отходов при очистке
					5 дней	10 дней	15 дней	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ранние														
1	Алёна*	20,8	15,0	0,30	9	8	7	9	8	7	6	5	6	5
2	Антонина*	22,0	16,2	0,15	9	8	7	9	8	8	8	4	4	3
3	Башкирский*	20,7	14,9	0,56	9	7	6	8	7	6	5	6	6	6
4	Весна белая**	16,8	11,0	1,04	9	9	9	9	8	8	7	6	8	7
5	Взрыв*	22,2	16,5	0,40	9	8	7	8	7	6	5	6	6	6
6	Глория***	18,6	12,8	0,98	9	8	6	8	7	6	6	7	8	8
7	Гулливёр***	18,2	12,4	0,70	9	7	6	9	8	5	4	8	9	9
8	Гурман**	18,9	13,2	0,30	9	9	8	9	8	7	7	2	3	2
9	Дарёнка*	23,0	17,2	0,50	9	6	5	9	8	8	7	6	6	6
10	Жуковский ранний**	17,9	11,6	0,25	9	9	7	9	8	7	7	5	6	5
11	Зорачка*	16,8	11,0	1,19	9	9	7	9	8	8	8	5	9	8
12	Каменский*	18,6	12,8	0,53	8	7	5	8	7	6	5	6	7	7
13	Крепыш**	17,7	11,9	0,65	9	9	9	8	8	8	7	6	8	8
14	Леди Клэр*	22,3	16,6	0,10	9	9	8	8	7	6	5	9	9	9
15	Лига*	18,5	12,7	0,97	9	9	8	8	7	6	5	8	9	8
16	Лидер*	18,8	13,0	0,30	9	8	7	9	8	7	7	7	9	8
17	Лилея**	20,3	14,5	0,30	9	9	9	9	9	8	8	6	9	8
18	Ломоносовский**	20,0	14,2	0,30	9	9	8	8	7	7	6	8	8	8

Продолжение таблицы 22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
19	Любава*	18,0	12,2	0,61	9	7	6	8	7	6	5	4	6	5
20	Люкс***	20,6	14,8	0,85	9	8	7	8	7	5	5	6	8	7
21	Матушка***	20,9	15,1	0,68	9	8	5	8	7	6	5	7	9	9
22	Метеор*	16,5	10,7	0,65	9	8	6	8	8	6	5	6	5	5
23	Огниво**	16,3	10,5	0,73	9	9	9	9	8	8	7	6	7	7
24	Регги***	21,2	15,4	0,55	8	7	6	7	7	4	4	6	8	7
25	Саровский*	25,5	19,8	0,20	8	7	7	9	8	5	4	5	7	6
26	Старт***	22,4	16,7	0,70	9	8	6	8	7	5	4	7	8	8
27	Триумф**	17,8	12,0	1,00	9	7	6	9	8	5	5	6	4	4
28	Уладар**	20,5	14,7	0,40	8	6	4	8	6	6	5	8	8	9
29	Утёнок**	20,7	14,9	0,45	9	8	7	9	9	9	8	7	8	8
30	Фелокс***	18,4	12,6	0,60	9	8	7	8	6	5	4	9	7	8
31	Холмогорский**	20,2	14,4	0,30	9	9	9	9	8	8	7	7	7	7
32	Чароит***	19,6	13,8	0,45	9	8	6	9	8	8	8	7	8	8
33	Юна*	19,5	13,7	0,36	9	7	6	6	6	5	4	7	7	7
Среднеранние														
34	Альвара**	18,8	13,0	0,80	9	8	7	8	7	6	5	5	7	6
35	Ажур***	18,7	12,9	0,50	9	8	7	9	9	8	7	7	5	6
36	Амур**	20,0	14,2	0,15	9	9	9	9	8	8	7	7	8	8
37	Арлекин**	22,2	16,4	0,50	9	8	6	9	9	7	6	6	7	7
38	Бабушка***	19,6	13,8	0,42	9	7	5	6	5	4	3	6	7	7
39	Браво*	17,3	11,5	0,83	9	9	8	7	7	4	4	5	6	5
40	Бриз**	21,2	15,4	0,55	9	9	9	9	9	8	7	7	7	7
41	Былина Сибири**	24,0	18,2	0,30	9	7	7	9	8	6	6	6	6	6
42	Василек***	22,0	16,2	0,30	9	7	7	9	8	8	7	5	4	4
43	Вираз**	21,2	15,4	0,31	9	7	5	7	6	5	4	7	8	8
44	Гала**	21,4	15,6	0,30	9	9	9	9	9	8	8	9	9	9
45	Горняк*	19,7	13,9	0,15	9	9	8	7	7	7	6	8	8	8
46	Ильинский*	22,9	17,0	0,23	8	7	7	7	7	6	6	6	4	4
47	Кемеровчанин*	21,3	15,5	0,50	9	7	6	7	7	3	3	7	6	6
48	Кортни*	20,0	14,2	0,30	9	9	8	8	8	7	7	6	3	4

Продолжение таблицы 22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
49	Краса***	19,7	13,9	0,40	9	9	8	9	8	7	6	5	8	7
50	Красавчик*	18,8	13,0	0,60	9	9	9	8	7	6	5	7	9	9
51	Кузнечанка*	18,7	13,0	0,32	9	9	8	9	8	7	7	5	6	5
52	Лина**	21,2	15,4	0,35	9	8	7	8	7	5	5	9	6	7
53	Манифест**	19,7	13,9	0,47	9	9	9	9	8	7	7	7	8	8
54	Невский*	22,0	16,2	0,22	8	7	7	8	8	7	6	4	7	6
55	Памяти Лорха***	20,9	15,1	0,30	9	9	9	9	9	8	8	7	7	7
56	Памяти Рогачева**	25,5	19,8	0,20	9	8	7	9	8	8	7	7	7	7
57	Романо*	16,1	11,7	0,40	8	7	6	9	8	7	6	6	6	6
58	Русский сувенир**	22,1	16,3	0,22	9	9	9	9	9	7	6	7	8	8
59	Сафо*	18,7	13,0	0,25	9	8	6	9	8	7	5	6	7	6
60	Сударыня*	18,0	12,2	0,15	9	7	6	8	8	7	6	7	7	7
61	Танай*	20,8	15,0	0,35	9	8	7	6	5	4	3	7	7	7
62	Тёща**	25,7	20,0	0,45	9	8	7	9	8	7	6	4	7	6
63	Тулеевский**	17,2	11,4	0,76	9	9	7	9	8	7	6	7	8	8
64	Чародей***	16,0	10,2	0,42	9	9	9	9	8	8	7	6	8	8
Среднеспелые														
65	Барин**	20,2	14,5	0,30	9	9	9	9	9	8	8	7	7	7
66	Батя*	23,0	17,2	0,40	9	7	6	9	9	9	8	7	7	7
67	Бронницкий**	20,0	14,2	0,38	9	9	8	8	8	7	6	6	4	5
68	Великан**	23,1	17,3	0,50	8	7	6	8	7	6	5	8	7	7
69	Волат*	20,4	14,9	0,30	9	9	8	9	8	7	7	5	8	7
70	Вымпел**	22,0	16,2	0,40	9	8	6	8	8	4	4	8	7	8
71	Гусар**	23,5	17,7	0,60	9	7	6	7	7	6	5	7	8	8
72	Жигулевский**	20,6	14,8	0,35	9	7	6	8	7	4	4	6	8	8
73	Златка*	22,4	16,7	0,30	9	8	7	8	8	5	5	7	6	6
74	Ирбитский*	21,9	16,1	0,42	9	8	7	7	6	5	4	6	7	7
75	Колобок*	20,0	14,3	0,35	9	9	8	7	7	6	6	6	4	5
76	Надежда***	23,8	18,0	0,30	9	8	7	8	7	7	6	7	8	8
77	Накра*	26,8	20,1	0,22	9	8	7	9	8	6	6	6	7	6
78	Наяда**	23,5	17,7	0,30	9	8	7	8	7	7	6	6	8	7

Продолжение таблицы 22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
79	Очарование**	19,2	13,4	0,45	9	9	8	9	8	6	5	8	8	8
80	Ресурс*	21,1	15,3	0,45	8	7	6	8	6	6	5	6	7	7
81	Сиреневый туман**	20,1	14,4	0,30	9	9	9	9	9	8	7	5	7	6
82	Синеглазка*	19,8	14,1	0,20	9	8	7	9	9	8	7	6	4	5
83	Скарб**	15,5	9,7	0,49	9	9	8	9	8	8	7	6	9	8
84	Солнечный*	21,2	15,4	0,45	9	7	6	9	9	7	7	5	5	5
85	Спиридон***	20,7	14,9	0,30	9	9	7	9	8	7	7	6	8	8
86	Тарасов*	15,5	9,7	0,50	9	9	8	9	8	7	7	7	6	6
87	Тулеевский***	18,3	12,4	0,76	9	9	7	7	7	6	6	7	7	7
88	Фаворит***	20,2	14,5	0,28	9	9	8	9	8	8	7	6	7	7
89	Фрителла***	22,0	16,2	0,30	9	9	7	8	8	8	7	7	8	8
90	Хозяюшка*	23,5	17,7	0,35	9	9	9	9	8	7	6	7	7	7
91	Чайка*	17,1	11,3	0,49	9	9	8	8	8	7	7	6	6	6
92	Югана**	23,5	17,7	0,30	9	7	6	8	7	6	6	5	8	7
93	Янка**	21,3	15,5	0,30	9	9	9	9	8	8	7	7	7	7
Среднепоздние														
94	Вектар Белорусский**	20,1	14,3	0,25	9	9	8	9	9	8	7	6	8	8
95	Журавинка*	22,2	16,4	0,30	9	9	9	9	8	8	8	6	8	8
96	Зольский***	21,5	15,7	0,30	9	9	7	9	8	7	7	6	6	6
97	Малиновка*	23,0	17,2	0,30	9	7	5	9	8	7	6	5	7	6
98	Мусинский**	24,0	18,2	0,30	9	9	8	9	8	7	7	6	7	7
99	Никулинский*	24,4	18,6	0,30	9	7	6	8	8	7	5	4	6	5
100	Самбо*	21,5	15,7	0,35	8	7	6	9	8	6	5	7	6	6
101	Сатурна*	25,5	19,8	0,15	9	8	7	8	7	6	5	6	7	6
102	Танго*	24,6	18,8	0,40	8	6	6	8	7	6	5	7	8	8
103	Фиолетовый**	23,1	17,4	0,35	9	8	7	8	7	7	7	5	5	4
						Поздн								
104	Леди Розетта*	24,0	16,9	0,15	8	6	5	9	8	8	7	7	7	7

Примечание: форма клубней сортов: * - округлая; ** - овальная; *** - удлинённая (наиболее подходит для картофеля фри).

Установлено, что сорта картофеля с кремовой и жёлтой мякотью, как правило, более устойчивы к потемнению в процессе хранения в вакуумной упаковке (а также и после быстрой заморозки).

Отдельного рассмотрения заслуживают сорта с цветной мякотью. Известно, что окрашенная мякоть клубней картофеля – богатый источник антоцианов, которые являются мощными антиоксидантами. У современного культурного картофеля пигментированная мякоть практически не встречается, однако это удалось изменить селекционным путем. Работа по поиску и созданию исходного материала для создания диетических сортов картофеля привела к получению гибридов, клубни которых имеют синюю и фиолетовую мякоть. В настоящее время они проходят испытание в селекционных питомниках, лучшие из них привлекаются в гибридизацию для придания им устойчивости к болезням. В целом у них отмечается высокое содержание витамина «С» – 45,6-63,4 мг/кг; крахмала – 9,9-13,4%; протеина – 2,19-2,81%. Урожайность данных гибридов невысокая – 18-25 т/га. Устойчивость к фитофторозу выше средней, к вирусным болезням разная – в основном устойчивости нет и только единичные гибриды показывают устойчивость восемь баллов [244].

Кроме того для многих сортов с цветной мякотью как, например, Северное сияние, характерно глубокое залегание глазков, что увеличивает отходы при их очистке. Однако с развитием в последние годы нового научного направления создания сортов для здорового диетического питания в лечебно-профилактических целях, считается, что подобные недостатки картофеля с цветной мякотью компенсируются его высокой антиоксидантной активностью и низкой калорийностью.

В наших исследованиях на пригодность к вакуумной упаковке изучались такие сорта и гибриды картофеля с цветной мякотью селекции ФГБНУ ВНИИКСХ, как Кралек, Фиолетовый, Лекарь, Микстура, Эликсир, а также Гибрид-67 и Северное сияние, полный цикл приготовления которых, начиная от чистки и упаковки сырых клубней до готового продукта (варёный и жареный картофель) представлен соответственно на рисунках 35 и 36. В целом все изученные цветные

сорта картофеля имели высокую устойчивость мякоти к потемнению (в том числе и при приготовлении в виде ломтиков и брусочков) и не теряли тургор при хранении в вакуумной упаковке в течение 15 дней. Единственный их минус - это весьма непривычный специфический внешний вид готового продукта, а также более водянистая консистенция по сравнению с большинством бело- и жёлтомякотных сортов ввиду относительно невысокого содержания сухого вещества и крахмала.



Рисунок 35. Картофель с цветной мякотью до и после вакуумирования
(Гибрид-67)



Рисунок 36. Картофель с цветной мякотью до и после вакуумирования
(сорт Северное сияние)

5.3 Сорта, пригодные для приготовления быстрозамороженного картофеля

По результатам проведённых исследований, из 104 дополнительно изученных сортов (таблица 22) наиболее пригодными для приготовления быстрозамороженного картофеля (с учётом вышеуказанных требований) являются следующие 7 сортов соответствующих сроков созревания (таблица 23, рисунок 37):

Среднеранние – Памяти Лорха, Памяти Рогачёва.

Среднеспелые – Надежда, Спиридон, Фаворит, Фрителла.

Среднепоздний – Зольский.

Кроме того, необходимо упомянуть ранний сорт Ред Скарлетт, который, по данным ранее проведённых исследований, в целом также пригоден для быстрой заморозки (особенно по показателю устойчивости мякоти к потемнению), однако имеет относительно низкое содержание сухого вещества (обычно в диапазоне 17,5-18,2%), что отрицательно сказывается на консистенции готового продукта.

При менее строгой выборке (т.е. с допуском для переработки на быстрозамороженный картофель также сортов с овальной формой клубня) пригодными являются ещё 13 сортов: Лилея, Ломоносовский, Холмогорский (ранние); Амур, Былина Сибири, Гала, Русский сувенир (среднеранние); Барин, Наяда, Югана, Янка (среднеспелые); Вектар Белорусский, Мусинский (среднепоздние).

Такие шесть из изученных сортов, как Невский (среднеранний), Волат, Накра, Сиреневый туман, (среднеспелые), Журавинка (среднепоздний) и Леди Розетта (поздний) из-за округлой формы клубней для быстрозамороженного картофеля фри не подходят, однако, принимая во внимание их высокие характеристики по всем остальным показателям, могут быть использованы в качестве сырья для приготовления иных быстрозамороженных продуктов, например, в форме кубиков 1х1х1 см и т.п.

Сорта Алёна, Антонина (ранние); Василёк и Кортни (среднеранние) по качеству соответствуют большинству показателей, за исключением повышенного отхода при очистке.

Таблица 23 – Качество обжаренного картофеля фри
(через 12 месяцев после быстрой заморозки по 9-балльной шкале)

№ п/п	Сорт	Цвет	Консистенция	Вкус	Средний балл
1	2	3	4	5	6
Ранние					
1	Алёна*	8,0	9,0	9,0	8,7
2	Антонина*	6,0	9,0	9,0	8,0
3	Весна белая**	3,0	5,0	6,0	4,7
4	Глория***	5,0	5,0	6,0	5,3
5	Гурман**	7,0	4,0	4,0	5,0
6	Дарёнка*	3,0	5,0	5,0	4,3
7	Жуковский ранний**	7,0	6,0	7,0	6,7
8	Зорачка*	3,0	5,0	5,0	4,3
9	Крепыш**	5,0	5,0	6,0	5,3
10	Лидер*	6,0	7,0	7,0	6,7
11	Лилея**	6,0	7,0	7,0	6,7
12	Ломоносовский**	7,0	7,0	8,0	7,3
13	Огниво**	7,0	8,0	6,0	7,0
14	Утёнок**	6,0	7,0	6,0	6,3
15	Холмогорский**	8,0	6,0	7,0	7,0
16	Чароит***	5,0	6,0	6,0	5,7
Среднеранние					
17	Ажур***	3,0	5,0	4,0	4,0
18	Амур**	8,0	7,0	7,0	7,3
19	Арлекин**	4,0	7,0	6,0	5,7
20	Бриз**	5,0	5,0	6,0	5,3
21	Былина Сибири**	6,0	9,0	8,0	7,7
22	Василек***	6,0	7,0	8,0	7,0
23	Гала**	6,0	7,0	7,0	6,7
24	Горняк*	7,0	6,0	7,0	6,7
25	Ильинский*	6,0	7,0	8,0	7,0
26	Кортни*	7,0	8,0	8,0	7,7
27	Краса***	5,0	5,0	5,0	5,0
28	Кузнечанка*	7,0	7,0	7,0	7,0
29	Манифест**	6,0	6,0	7,0	6,3
30	Невский*	8,0	7,0	7,0	7,3
31	Памяти Лорха***	8,0	8,0	8,0	8,0
32	Памяти Рогачева**	8,0	9,0	9,0	8,7
33	Романо*	5,0	5,0	5,0	5,0
34	Русский сувенир**	6,0	8,0	7,0	7,0
35	Сударыня*	3,0	7,0	5,0	5,0

Продолжение таблицы 23

1	2	3	4	5	6
36	Тёща**	6,0	6,0	6,0	6,0
37	Тулеевский**	6,0	6,0	7,0	6,3
38	Чародей***	7,0	5,0	6,0	6,0
Среднеспелые					
39	Барин**	8,0	8,0	8,0	8,0
40	Батя*	6,0	8,0	7,0	7,0
41	Бронницкий**	8,0	8,0	8,0	8,0
42	Волат*	8,0	7,0	8,0	7,7
43	Колобок*	3,0	5,0	6,0	4,7
44	Надежда***	8,0	8,0	7,0	7,7
45	Накра*	8,0	9,0	8,0	8,3
46	Наяда**	7,0	8,0	8,0	7,7
47	Сиреневый туман*	8,0	9,0	9,0	8,7
48	Синеглазка*	5,0	5,0	5,0	5,0
49	Скарб**	6,0	7,0	6,0	6,3
50	Солнечный*	5,0	4,0	4,0	4,3
51	Спиридон***	7,0	6,0	7,0	6,7
52	Тарасов*	7,0	5,0	7,0	6,3
53	Тулеевский***	6,0	6,0	7,0	6,3
54	Фаворит***	8,0	7,0	7,0	7,3
55	Фрителла***	8,0	8,0	8,0	8,0
56	Хозяюшка*	8,0	8,0	9,0	8,3
57	Чайка*	7,0	6,0	6,0	6,3
58	Югана**	7,0	8,0	7,0	7,3
59	Янка**	8,0	7,0	8,0	7,7
Среднепоздние					
60	Вектар Белорусский**	8,0	8,0	8,0	8,0
61	Журавинка*	7,0	8,0	8,0	7,7
62	Зольский***	6,0	8,0	7,0	7,0
63	Малиновка*	5,0	7,0	6,0	6,0
64	Мусинский**	8,0	8,0	8,0	8,0
65	Фиолетовый**	7,0	7,0	7,0	7,0
Поздний					
66	Леди Розетта*	9,0	9,0	9,0	9,0

Примечания: а) данные сорта выбраны с учётом показателя устойчивости брусочков к потемнению через 12 месяцев после быстрой заморозки (не менее 6 баллов); б) форма клубней сортов: * - округлая; ** - овальная; *** - удлинённая (наиболее подходит для картофеля фри)

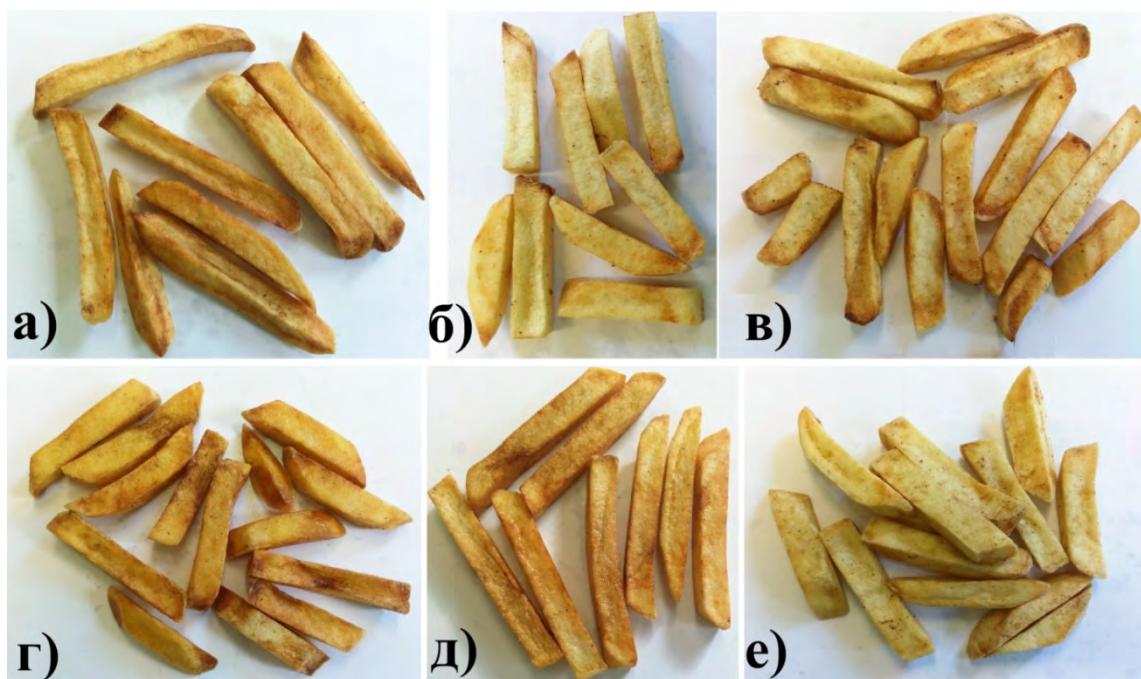


Рисунок 37. Жареный картофель через 12 месяцев после заморозки. Сорта: а) Василёк; б) Памяти Рогачёва; в) Былина Сибири; г) Гала; д) Русский сувенир; е) Югана

5.4 Выбор системы механической очистки клубней, обеспечивающей минимальные отходы при переработке рекомендуемых сортов картофеля

Как известно, очистку клубней от кожуры можно проводить механическим, паровым, щелочным, щелочно-паровым и другими способами. Способ играет существенную роль, так как основное количество отходов и потерь перерабатываемого сырья образуется при очистке и доочистке [85, 199, 219].

Чтобы соответствовать товарным требованиям, поверхность клубней картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки и быстрой заморозки, должна очищаться на 100%. Клубни должны быть упругими и сохранять тургор.

В наших исследованиях, свежесобранные клубни некоторых сортов картофеля (особенно более поздних сроков созревания) в отдельные годы характеризовались высоким тургором, тонкой и относительно непрочной кожурой, от которой в этот период их можно было легко очищать даже при помощи мойки щёточного типа (т.е. без применения собственно чистки). Отходы при очистке такого «молодого картофеля» составляли 3-7% (верхняя граница указанного диапазона определялась,

главным образом, необходимостью ручной ножевой доочистки участков поверхности клубней, имевших различные дефекты, механические повреждения или повреждения от болезней, проволочника или пырея).

Однако в большинстве случаев к моменту уборки клубни были полностью вызревшими и имели достаточно прочную кожуру, а после просушивания картофеля (что сопряжено с повышенной потерей влаги в следствие интенсивного дыхания и испарения, а следовательно, и некоторым снижением упругости клубней) и прохождения лечебного периода (упрочнение кожуры в процессе суберинизации поверхностного слоя клеток), отходы на очистку составляли весьма существенный процент, что немаловажно при расчётах экономической эффективности производства изучаемой продукции.

В наших исследованиях изучалось три типа системы очистки клубней - ножевой, абразивный и ячеистый (рисунок 38).



Рисунок 38. Механическая система очистки (барабан): а) ножевого; б) абразивного; в) ячеистого типа

Время работы всех трёх систем очистки подбиралось таким образом, чтобы на механическую очистку приходилось 70% общего отхода при очистке, а на ручную доочистку оставшиеся 30%. Поэтому при исследовании величины отходов при очистке широкого набора сортов (в конце сентября - начале октября) время работы ножевой очистки составляло 80 сек., абразивной и ячеистой - по 120 сек. Эффективность данных систем очистки при других временных режимах работы (на примере сортов Леди Клэр и Гала) в послеуборочный период представлена в таблице 24.

Таблица 24 – Отходы при механической очистке клубней системами очистки различных типов (включая ручную доочистку) и соответствующее качество картофеля через 15 дней хранения в вакуумной упаковке в зависимости от сорта (сентябрь 2018 г.)

Сорт	Время очистки, сек	Отходы при использовании различных типов систем очистки клубней (%) и качество картофеля через 15 дней хранения в вакуумной упаковке (балл)											
		ножевая				абразивная				ячеистая (диск №2, т.е. средняя шероховатость поверхности)			
		очистка	доочистка	всего	качество	очистка	доочистка	всего	качество	очистка	доочистка	всего	качество
Леди Клэр	20	1,0	13,8	14,8	8	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	4,4	11,2	15,6	7	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	6,8	8,9	15,7	6	3,3	3,9	7,2	3	2,4	8,7	11,1	4
	80	10,5	6,9	17,4	6	-	-	-	-	-	-	-	-
	100	16,0	1,8	17,8	5	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	19,2	1,6	20,8	4	11,7	2,3	14,0	2	10,5	3,2	13,7	3
	180	-	-	-	-	19,9	1,7	21,6	2	23,3	1,9	25,2	2
Гала	20	1,0	13,1	14,1	9	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	3,5	11,5	15,0	8	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	6,1	9,4	15,5	8	3,9	4,9	8,8	4	3,9	7,3	11,2	6
	80	9,9	5,4	15,3	8	-	-	-	-	-	-	-	-
	100	12,0	4,3	16,3	7	-	-	-	-	-	-	-	-
	120	15,1	3,3	18,4	5	9,2	2,9	12,1	3	9,3	4,4	13,7	6
	180	-	-	-	-	16,6	2,0	18,6	2	19,8	0,8	20,6	5
НСР ₀₅		0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5	0,5	0,3

В исследованиях изучалось влияние типа системы очистки как на величину отходов, так и на потребительские показатели продукта (цвет и сохранность тургора клубней) при хранении в вакуумной упаковке (до 15 дней) и после быстрой заморозки (до 12 месяцев). Было установлено, что, несмотря на то, что абразивная и ячеистая системы очистки в режимах работы по 120 сек. обеспечивали несколько меньший отход (на 3,0-3,5%) по сравнению с ножевой, качество вакуумированного картофеля при их использовании было существенно ниже (на 3-5 баллов по цвету через 15 дней и даже уже на 5-й день многие сорта оказывались непригодными, рисунки 39-40).



Рисунок 39. Интенсивность потемнения мякоти клубней при хранении в вакуумной упаковке в зависимости от типа системы очистки с последующей ручной доочисткой (сорт Леди Клэр, сентябрь 2018 г.)

Это объясняется более существенным по сравнению с ножевой очисткой нарушением компартментализации клеток поверхностного слоя клубней, в результате чего большее количество субстрата (фенолов, главным образом

тирозина) окисляется кислородом воздуха при каталитическом действии ферментов (в основном полифенолоксидазы) до тёмноокрашенных пигментов («меланин»).

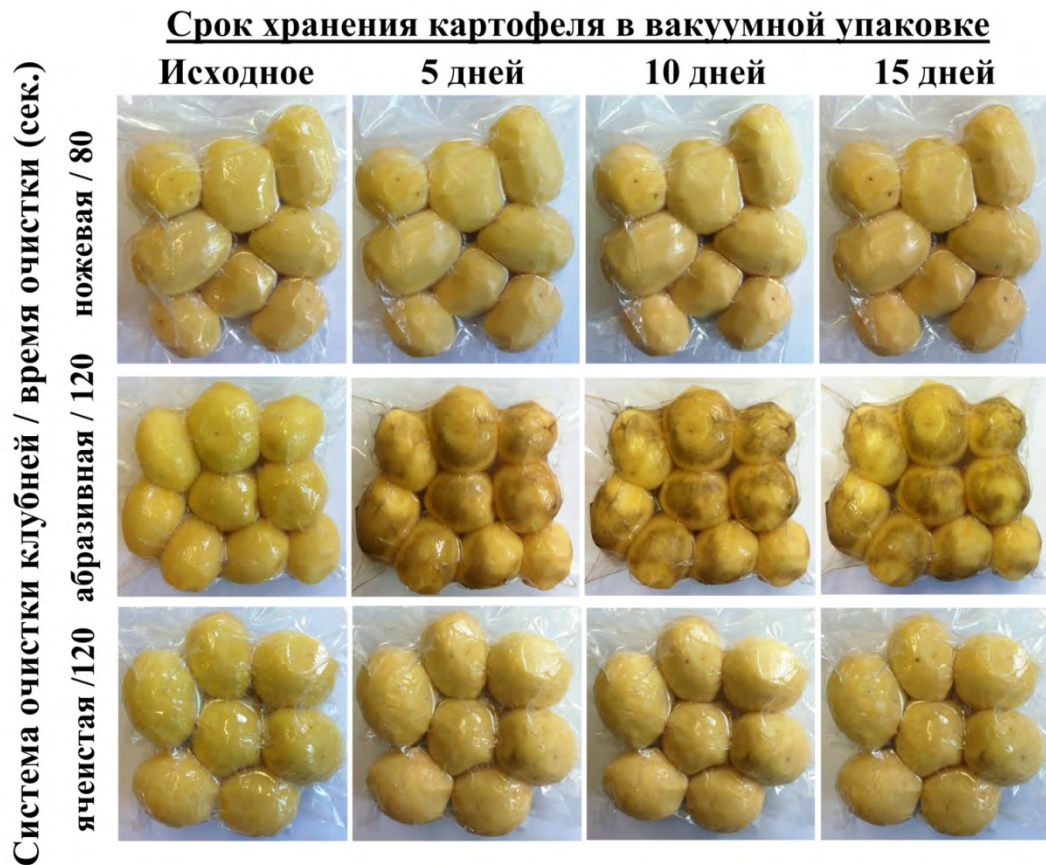


Рисунок 40. Интенсивность потемнения мякоти клубней при хранении в вакуумной упаковке в зависимости от типа системы очистки с последующей ручной доочисткой (сорт Гала, сентябрь 2018 г.)

В случае с быстрозамороженным картофелем влияние типа системы очистки было не столь существенным, но и здесь преимущество в качественных показателях продукта имела механическая очистка ножевого типа (концы брусочков при обжаривании темнели значительно меньше).

Сорта картофеля, подобранные для вакуумной упаковки и быстрой заморозки по результатам наших исследований, в среднем за сезон имели отход при механической ножевой очистке на 4,8% меньше (таблицы 22, 24).

При переработке картофеля в более поздние сроки уровень отходов при очистке независимо от выбора системы очистки существенно возрастал (с 14-17%

в сентябре до 18-25% к январю и до 30-35% к апрелю, особенно при температуре хранения 5-7 °С), что было обусловлено физиологическим состоянием клубней (некоторые сорта начинали к этому времени прорастать и в значительной мере теряли тургор, что затрудняло очистку). Тем не менее, с учётом качества конечной продукции, система очистки ножевого типа и в этом случае была предпочтительнее, чем абразивного или ячеистого.

К недостатку картофелечистки ножевого типа можно отнести её большую уязвимость при эксплуатации по сравнению с другими изученными типами, так как возникает необходимость тщательного контроля подаваемого на чистку вороха картофеля, не допускается попадание в рабочую зону даже единичных мелких камней, способных очень быстро затупить дорогостоящие лезвия.

Таким образом, в результате исследования 104 сортов образцов:

- предложены специальные требования к сортам картофеля, пригодным к вакуумной упаковке и быстрой заморозке: содержание сухого вещества не ниже 20%; отходов при механической очистке не более 20% при сентябрьском сроке переработки и использовании системы очистки ножевого типа; устойчивость мякоти клубней к потемнению не ниже 7 баллов через 15 дней хранения в вакуумной упаковке (или не ниже 6 баллов через 12 месяцев после быстрой заморозки брусочков); предпочтительный цвет мякоти – кремовый и жёлтый. Для быстрозамороженного картофеля дополнительными требованиями являлись также: форма клубня (удлинённая), содержание в клубнях редуцирующих сахаров (не более 0,3%) и качество обжаренного картофеля (цвет, консистенция и вкус в среднем не ниже 6 баллов);

- рекомендованы 40 сортов, соответствующих вышеуказанным требованиям для производства картофеля в вакуумной упаковке (например, такие как Лилея, Ломоносовский, Гала, Памяти Лорха, Русский сувенир) и 7 сортов для быстрой заморозки (Надежда, Спиридон, Фаворит, Фрителла и т.п.).

- установлено, что использование вышеперечисленных сортов и механической системы очистки ножевого типа способствует снижению отходов при переработке в среднем за сезон на 4,8%.

Глава 6 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ УБОРКИ КАРТОФЕЛЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЕ СНИЖЕНИЕ ОТХОДОВ ПРИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ

6.1 Влияние механических повреждений клубней на пригодность картофеля к первичной переработке и величину отходов при очистке

В результате исследований установлено, что при хранении картофеля в вакуумной упаковке без применения консервантов все скрытые и визуальное почти неразличимые на начальном этапе механические повреждения постепенно неуклонно проявляются, что к 15-му дню хранения значительно ухудшает товарную привлекательность продукта (рисунок 41). Поэтому, независимо от выбора очистительной системы, при ручной доочистке клубней по возможности необходимо удалять все дефекты, добиваясь 100-й чистоты и однородности поверхности клубней. При этом, в отличие от переработки на другие картофелепродукты, подготовка клубней к вакуумной упаковке имеет свою специфику, заключающуюся в том, что при ручной доочистке нельзя просто вырезать локальные повреждённые участки мякоти, создавая тем самым на её поверхности углубления, потому что в этом случае при вакуумировании в местах таких углублений плёнка пакета не будет плотно прилегать к мякоти. Растяжимости плёнки достаточно чтобы огибать рельеф целых клубней, а также ломтиков и брусочков, но проникать в углубления она не способна. В результате в углублениях останется некоторое количество воздуха и влаги, что со временем приведёт к сморщиванию и потемнению мякоти в этих местах, и продукт станет непригодным для реализации. Поэтому удалять дефектные участки необходимо с некоторым захватом прилегающих тканей клубня так, чтобы вырезы были по возможности плавными и без значительных углублений. Это сопряжено с вынужденными дополнительными отходами, особенно в случае наличия механических повреждений на концах клубней удлинённой формы.

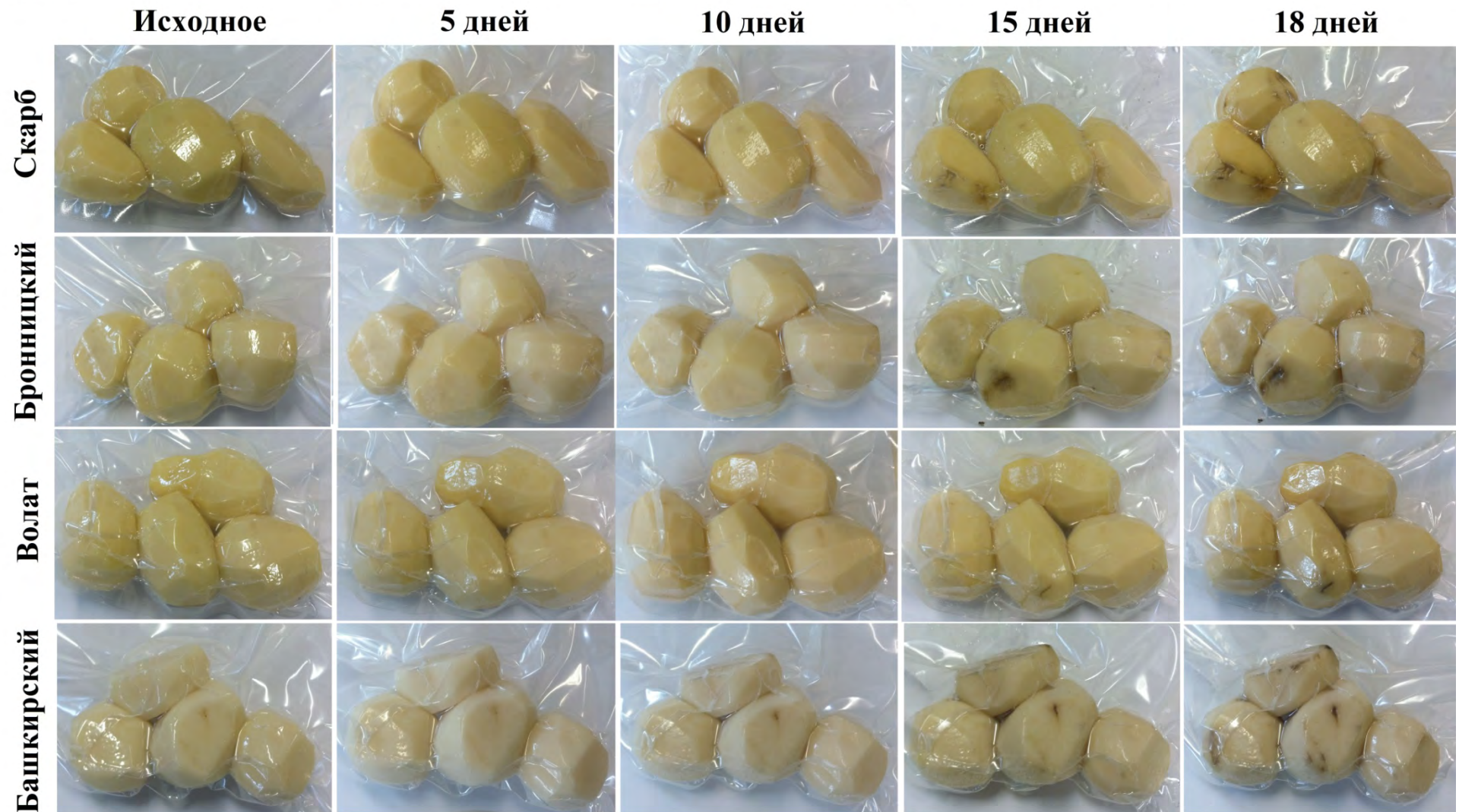
Сорта:Срок хранения картофеля в вакуумной упаковке

Рисунок 41. Проявление механических повреждений клубней в виде тёмных пятен в процессе хранения картофеля в вакуумной упаковке

В этом случае удалять прямым ровным срезом приходится порой до 1/4 их объёма, а учитывая, что в наибольшей степени механически повреждаются крупные клубни, процент отходов при очистке (по массе), как показали наши исследования, практически совпадает с процентом механически повреждённых клубней (по количеству).

Несколько менее жёсткие требования предъявляются к доочистке клубней, предназначенных для переработки на быстрозамороженный гарнирный картофель фри. Однако и в этом случае вырезы дефектов в виде углублений также нежелательны, так как снижают выход брусочков стандартной длины.

Таким образом, необходимо особо подчеркнуть важность минимизации уровня механических повреждений клубней как сырья для изучаемых видов промпереработки без применения консервантов (особенно для вакуумной упаковки) во избежание значительно более высоких отходов при ручной доочистке, а значит, и повышения всей экономики производства в целом.

6.2. Организация уборки картофеля в оптимальные сжатые сроки с минимальными механическими повреждениями

С учётом значительного влияния механических повреждений клубней на отход при переработке (особенно при вакуумировании), актуальным представляется поиск путей их снижения на этапах, когда клубни наиболее сильно травмируются - то есть во время уборки и закладки картофеля на хранение. При этом необходимо иметь в виду, что величина механических повреждений клубней зависит не только от непосредственных повреждений рабочими органами машин при уборке, транспортировке и закладке на хранение, но и от опосредованного урона, причиняемого ввиду нерациональной организации уборочного процесса, при которой зачастую не удаётся убрать картофель своевременно при оптимальных температурно-влажностных условиях, а при затягивании уборки и наступлении осенних дождей, а затем и холодов травмируемость клубней резко возрастает.

Как известно, благоприятными условиями для уборки картофеля с точки зрения минимизации механических повреждений клубней является температура почвы не ниже $+8^{\circ}\text{C}$ (рисунок 42) при влажности 15-22% [25, 22, 24, 23, 153, 185].

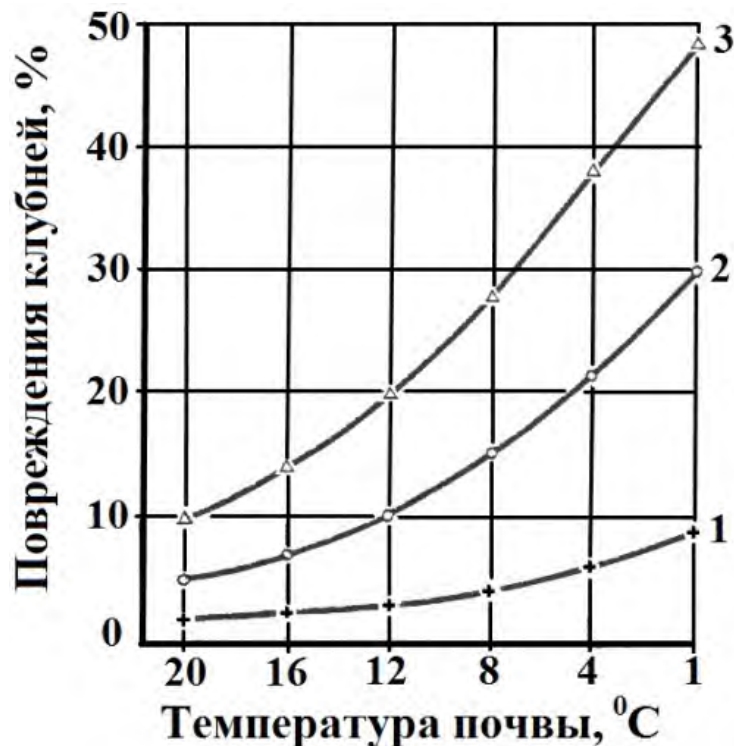


Рисунок 42. Зависимость повреждений клубней от температуры почвы (тяжёлый суглинок) при уборке комбайном: 1 — обдир кожуры; 2 — повреждение мякоти; 3 — суммарные повреждения [22]

Среднемноголетняя температура первой декады сентября в Московской области — $13,5^{\circ}\text{C}$, второй — $10,8^{\circ}\text{C}$, третьей — $8,8^{\circ}\text{C}$; первой декады октября — $6,8^{\circ}\text{C}$, второй — $5,3^{\circ}\text{C}$, третьей — $4,2^{\circ}\text{C}$. Исходя из этого, уборку картофеля в условиях Центрального региона России желательно завершать к середине сентября. В противном случае возникает риск затягивания уборочных работ по причине наступления осенних дождей (в совокупности с похолоданием создаются условия, при которых почва не успевает просыхать). При высокой влажности почвы (что особенно характерно в этот период для тяжёлых суглинков) клубни имеют повышенный тургор, и мякоть под воздействием механических нагрузок трескается, образуются вырывы и потемнения. Если уборка затягивается до наступления заморозков, травмируемость клубней возрастает ещё сильнее, так

как при этом мякоть находится в напряжённом состоянии и теряет эластичность (особенно в случае высокого содержания сухого вещества). Зачастую, при таких неблагоприятных условиях, часть урожая убрать вообще оказывается невозможно, а клубни, которые с запозданием убрать всё же удалось, имеют высокий процент механических повреждений и, как следствие, плохую лёжку и низкую пригодность для промпереработки вообще и для вакуумной упаковки и быстрой заморозки в особенности [333].

Исследования уровня механических повреждений клубней в зависимости от сроков завершения уборки картофеля (с использованием среднепозднего сорта Сатурна) проводили в Наро-Фоминском районе Московской области в 2015-2017 гг. на базе ООО «Таширово». Почва дерново-подзолистая тяжёлосуглинистая. Картофель убирали как прямым комбайнированием с шириной междурядий 75 и 90 см, так и комбинированным способом по схемам 2+2 и 2+4 с шириной междурядий 90 см (рисунок 43). На первом этапе определяли производительность уборочного процесса (4 варианта по 10 га), на втором - уровень механических повреждений клубней и отход при переработке при уборке картофеля в соответствующие рассчитанные сроки (с 4 участков по 0,5 га).



Рисунок 43. Уборка картофеля комбинированным способом по схеме 2+2:

- а) укладка клубней в соседнее междурядье копателем-валкоукладчиком «Samon»;
- б) подбор клубней из валка двухрядным прицепным бункерным комбайном «AVR Spirit 6200» с боковым подкопом (ООО «Таширово», 2016 г.)

Производительность уборочного процесса в зависимости от ширины междурядий и применяемой схемы оценивали при уборке картофеля в II-III декадах августа с четырёх участков (конфигурации 200 х 500 м) площадью по 10 га каждый. С междурядьями 75 см двухрядный комбайн убирал полосу шириной 150 см и делал при уборке десяти гектаров 133 прохода. С междурядьями 90 см соответственно – 180 см и 111 проходов. Комбинированным способом по схеме 2+2 с междурядьями 90 см двухрядный комбайн убирал полосу шириной 3,6 м и делал 56 проходов, а по схеме 2+4 и ширине 5,4 м – всего лишь 37 проходов. В среднем за смену на тяжёлом суглинке повышенной влажности прямым комбайнированием с шириной междурядий 75 см убирали – 3,5-4 га; 90 см - 4-5 га; комбинированным способом с шириной междурядий 90 см по схеме 2+2 - 6-7 га, а по схеме 2+4 - 8-10 га.

В связи с тем, что комбайн AVR Spirit 6200 оснащён боковым подкопом, почва, уплотнённая колёсами трактора, не подкапывалась комбайном. Поэтому примесь почвы в бункере не превышала 5-7%, что позволило закладывать картофель на хранение по прямоточной технологии - комбайн - транспортное средство - бункер ТЗК-30 в хранилище.

С учётом вышеуказанной производительности машин и площади под картофелем, равной 150 га, расчётная продолжительность уборочного процесса при благоприятных погодных условиях по изучаемым вариантам составила:

- прямое комбайнирование при ширине междурядий 75 см – 38-43 дня; при ширине междурядий 90 см – 30-37 дней;
- комбинированный способ уборки при ширине междурядий 90 см: по схеме 2+2 - 21-25 дней, по схеме 2+4 – 15-19 дней.

Таким образом, при начале уборки картофеля во второй декаде августа, расчётный срок её завершения - 2-я декада сентября для вариантов комбинированного способа уборки; конец 3-й декады сентября для варианта уборки прямым комбайнированием с шириной междурядий 90 см и 1-я декада октября – с шириной 75 см. В случае неблагоприятных погодных условий, как

было, например, в 2016 году, характеризующимся затяжными осенними дождями, сроки проведения уборки сдвигались ещё на 1-2 декады.

Независимо от сроков завершения уборки производственных посадок в хозяйстве, для проведения эксперимента выделялись 4 участка площадью по 0,5 га, на которых картофель убирали в рассчитанные сроки с использованием соответствующей техники. Отбор проб клубней (3 сетки по 20 кг по каждому из четырёх вариантов исследований) проводили на конечном этапе уборки - при закладке клубней в хранилище. Затем определяли уровень механических повреждений клубней и отход при переработке.

Установлено, что картофель, убранный комбинированным способом (схемы 2+2 и 2+4 при ширине междурядий 90 см) во второй декаде сентября, имел минимальные механические повреждения - 14,5%, что в среднем за 2015-2017 гг. на 3,0% меньше (таблица 25), по сравнению с убранным прямым комбайнированием при ширине междурядий 75 см (17,5%) и на 2,3% при ширине междурядий 90 см (16,8%), при которых картофель убирали на 20-25 дней позже и при более низких на 3,5-4,5 °С температурах, что, как указывалось выше, отрицательно сказывается на повреждаемости клубней.

Соответственно величина отходов при переработке картофеля в варианте более производительной уборки в оптимальные сжатые сроки комбинированным способом была также до 3,0% ниже.

Таким образом, для производства сырья для вакуумной упаковки и быстрой заморозки предложены следующие элементы технологии уборки картофеля на тяжёлосуглинистых почвах Центрального региона России, обеспечивающие её проведение в оптимальные сжатые сроки с минимальными механическими повреждениями клубней и отходами при переработке:

- Организация уборки картофеля по прямоточной технологии – поле – комбайн – транспортное средство – ТЗК-30 с использованием комбайнов, оснащённых боковым подкопом.

- Способ уборки – комбинированный по схемам 2+2 и 2+4 при широкорядных посадках (90 см).

Таблица 25 - Уровень механических повреждений клубней при различных сроках завершения уборки картофеля на тяжёлосуглинистой дерново-подзолистой почве (среднепоздний сорт Сатурна, в среднем за 2015-2017 гг.)

Способ уборки и ширина междурядий	Техника	Механические повреждения клубней при сроках завершения уборки, %		
		II декада сентября	III декада сентября	I декада октября
Прямое комбайнирование (75 см)	Прицепной бункерный комбайн «AVR Spirit 6200»	-	-	17,5
Прямое комбайнирование (90 см)		-	16,8	-
Комбинированный способ 2+2 (90 см)	Прицепной бункерный комбайн «AVR Spirit 6200» + копатель-валкоукладчик «Samon»	14,5	-	-
Комбинированный способ 2+4 (90 см)		14,5	-	-

Внедрение предлагаемых элементов технологии уборки при крупнотоварном производстве картофеля позволяет более эффективно использовать основную единицу, задействованную в уборочном процессе, - комбайн и проводить уборочные работы в оптимальные сжатые сроки (что особенно важно на тяжёлосуглинистых почвах, уборка на которых часто затруднена из-за погодных условий) с минимальными механическими повреждениями клубней и, как следствие, минимальными отходами при последующей первичной переработке (на 3,0% меньше по сравнению с прямым комбайнированием при ширине междурядий 75 см).

ГЛАВА 7 ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ И ЛЁЖКОСТИ КАРТОФЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КЛУБНИ В ПЕРИОД ХРАНЕНИЯ

7.1 Повышение всхожести, биометрических показателей и урожайности картофеля в последствии при хранении семенных клубней в среде фитогормона этилена

Как показали исследования, повышение урожайности картофеля на среднеобеспеченных питательными элементами почвах при внесении удобрений более $N_{60}P_{60}K_{120}$ на дерново-подзолистой супесчаной почве и более $N_{60}P_{120}K_{120}$ на чернозёме выщелоченном среднесуглинистом приводит к снижению в клубнях содержания сухого вещества и устойчивости мякоти клубней к потемнению, в результате чего картофель становится малопригодным в качестве сырья для вакуумной упаковки и быстрой заморозки. Для решения этой проблемы был изучен альтернативный способ повышения урожайности картофеля, основанный на хранении семенных клубней в среде фитогормона этилена (без увеличения доз удобрений в полевом опыте выше установленных оптимальных и без сопряжённых с этим негативных явлений).

Опыты по применению этилена при хранении семенного картофеля сортов различного срока созревания - Леди Клэр (ранний), Гала (среднеранний) и Сатурна (среднепоздний) проводили на базе хранилищ АО «Озёры» Озёрского района Московской области в 2014-2017 годах. Газация осуществлялась согласно рекомендациям фирмы «Restrain» при концентрации 15 ppm (т.е. 15 мл/м³ по объёму или 17,45 мг/м³ по массе) с использованием соответствующего оборудования (рисунок 44) с ноября по конец апреля (за 3-5 дней до посадки подачу этилена прекращали). При этом технология газации была адаптирована к российским условиям. Адаптация заключалась в том, что температура хранения семенного картофеля была не 6-8 °С, а 4 °С и срок газации этиленом был на 1

месяц продолжительнее по причине более поздних сроков посадки в Центральном регионе России по сравнению со странами Западной Европы.



Рисунок 44. Оборудование фирмы «Restraining», использовавшееся в эксперименте:
а) генератор этилена; б) датчик концентрации этилена, расположенный на поверхности насыпи картофеля в хранилище

После хранения в среде этилена картофель сажали в 1-й декаде мая в Люберецком районе на ЭБ «Коренёво» (в мелкоделяночном опыте клоновой сажалкой в предварительно нарезанные гребни с внесёнными удобрениями) и Озёрском районе на полях АО «Озёры» (на площади 40 га по "голландской технологии" сажалкой "Grimme"). Густота посадки 45 тыс. клубней на гектар при ширине междурядий 75 см. Агрохимические показатели почв представлены в таблицах 3 и 4.

В АО «Озёрах» картофель выращивали как на богаре (20 га), так и при орошении (20 га) с использованием дождевальных машин типа «Фрегат». При этом приоритет и очередность выбора полей для полива определялись на основе данных, получаемых при картографировании полей со спутника, и предоставляемых через интернет-платформу «Fieldlook.ru». Данная система позволяла проводить орошение полей в оптимальные сроки с учётом динамики таких параметров, как продуктивность биомассы растений, потребление CO_2 , индекс листовой поверхности, уровень выпадения осадков, фактическое и относительное испарение, недостаток влаги; концентрация азота в верхнем слое листьев и в зелёной массе.

Уход за посадками в обоих районах был аналогичный. Фон минерального питания одинаковый при дозах удобрений $N_{60}P_{60}K_{120}$ на ЭБ «Коренёво» и $N_{60}P_{120}K_{120}$ в АО «Озёры» (фосфора 120 кг/га по д.в. вместо рекомендуемых по результатам исследований для дерново-подзолистой почвы ЭБ «Коренёво» 60 кг/га по причине того, что содержание этого элемента в почве АО «Озёры» согласно агрохимического анализа было вдвое меньше, чем на полях ЭБ «Коренёво», где проводились эти исследования), уборка - в 1-й декаде сентября.

В результате исследований было установлено, что применение этилена при длительном хранении картофеля приводило к изменению биохимических показателей клубней: содержание сухого вещества снижалось на 0,2-0,5%; содержание сахарозы повышалось на 0,03-0,08%; уровень глюкозы изменялся в пределах статистической погрешности. Всё вышеперечисленное свидетельствует о физиологическом влиянии этилена на выход клубней из состояния естественного покоя, сопровождающийся ростом интенсивности дыхания и согласуется с имеющимися в литературе данными [262, 347, 354, 356, 358, 375, 378].

В полевом опыте рост и развитие растений, как в контрольных вариантах, так и в вариантах с хранением семенных клубней в среде этилена в значительной степени определялся метеорологическими условиями вегетационного периода, особенно при выращивании в Люберецком районе Московской области, где орошение не применялось. Поэтому анализ эффективности применения этилена приводится в тесной взаимосвязи с метеорологическими условиями (Приложение А, таблица 26) отдельно по каждому году.

Таблица 26 - Краткая характеристика погодных условий 2015-2017 гг.

Район Московской области	2015 г.				2016 г.				2017 г.			
	май	июнь	июль	август	май	июнь	июль	август	май	июнь	июль	август
Люберецкий	++	+	-	--	++	-	++	++	+	+	++	++
Озёрский	++	+	++	--	++	++	+	++	+	+	++	++

Принятые условные обозначения температурно-влажностных параметров: "++" - очень благоприятные для роста и развития картофеля; "+" - благоприятные (несколько выше среднегодовой нормы); "-" - неблагоприятные (несколько ниже среднегодовой нормы); "--" - очень неблагоприятные (засуха).

Наименее благоприятным для роста и развития растений картофеля по метеорологическим условиям оказался 2015 год, особенно в Люберецком районе, где в июле - августе наблюдалась засуха. В Озёрском районе засуха наступила позже (только в августе), что с учётом большей влагоудерживающей способности суглинистой почвы по сравнению с супесчаной, позволило растениям накопить значительно больший урожай (по сортам Леди Клэр, Гала и Сатурна соответственно на 45%; 50% и 50% или на 7,6; 8,1 и 7,1 т/га по массе), а на варианте с применением орошения в Озёрском районе дефицит влаги был практически полностью компенсирован двукратным поливом в августе при норме 200 м³/га, что по изучаемым сортам обеспечило дальнейшую прибавку урожая соответственно на 27%; 33%; 21% или на 6,6; 7,9; 4,4 т/га по массе. Кроме того, полив способствовал повышению на 4-5% выхода клубней товарной фракции (то есть с размером >50 мм).

Учитывая такую специфику метеоусловий 2015 года, сорта картофеля, имеющие более продолжительный период созревания (Гала и особенно Сатурна) при выращивании в Люберецком районе без орошения, оказались в менее выгодном положении по сравнению с раннеспелым сортом Леди Клэр, который в большей степени успел реализовать свой биологический потенциал урожайности до наступления засухи в августе.

Эффективность применения фитогормона этилена как самостоятельного дополнительного фактора, наложившегося на вышеперечисленные показатели роста и развития растений картофеля в 2015 году в зависимости от сорта, срока

созревания, метеорологических условий и района выращивания (в том числе с применения орошения в Озёрском районе), представлена в таблице 27.

Таблица 27 - Биометрические показатели и урожайность картофеля при применении этилена (2015 г.)

Район выращивания	Вариант хранения семенных клубней и применения орошения	Число стеблей, шт./куст	Число клубней шт./куст	Урожайность, т/га	
				общая	товарная (клубни фракции >50 мм)
Леди Клэр (ранний)					
Люберецкий (супесчаная почва)	контроль	5,8	9,0	16,8	12,2
	с этиленом	7,1	11,0	24,0	19,8
НСР ₀₅		0,3	0,4	0,8	0,6
Озёрский (суглинистая почва)	контроль	6,0	10,2	24,4	20,7
	с этиленом	7,2	12,1	31,0	28,0
	контроль (орошение)	6,1	12,0	31,0	28,7
	с этиленом (орошение)	7,4	14,5	35,5	34,2
НСР ₀₅		0,4	0,6	1,2	0,8
Гала (среднеранний)					
Люберецкий (супесчаная почва)	контроль	6,0	16,6	16,0	11,2
	с этиленом	8,0	20,5	19,5	13,8
НСР ₀₅		0,4	0,6	0,8	0,6
Озёрский (суглинистая почва)	контроль	6,5	18,2	24,1	20,5
	с этиленом	9,1	24,0	31,3	27,5
	контроль (орошение)	6,7	18,6	32,0	29,3
	с этиленом (орошение)	9,3	24,3	39,5	37,9
НСР ₀₅		0,5	0,7	1,2	0,8
Сатурна (среднепоздний)					
Люберецкий (супесчаная почва)	контроль	4,3	8,5	14,3	8,2
	с этиленом	5,0	9,5	15,0	8,4
НСР ₀₅		0,3	0,5	0,7	0,5
Озёрский (суглинистая почва)	контроль	4,5	10,4	21,4	17,3
	с этиленом	5,5	12,2	24,7	20,3
	контроль (орошение)	4,6	11,0	25,8	22,3
	с этиленом (орошение)	5,6	13,1	30,0	27,1
НСР ₀₅		0,4	0,6	1,0	0,7

Хранение семенных клубней картофеля в среде фитогормона этилена в сезон 2014-2015 гг. (а также и в последующие годы исследований) способствовало увеличению числа наклюнувшихся глазков (главным образом за счёт боковых при исключении апикального доминирования; более раннему появлению всходов (на 3-5 дней по сравнению с контролем); растения были выше на 3-5 см на ту же дату; число стеблей на куст оказалось выше (по сортам Леди Клэр, Гала и Сатурна соответственно на 20,0-22,4%; 33,3-40,0%; 16,3-22,2%); фаза начала клубнеобразования наступила на несколько дней раньше и при этом число клубней в пересчёте на куст было больше (по сортам Леди Клэр, Гала и Сатурна соответственно на 18,6-22,2%; 23,5-31,9%; 11,8-19,1%).

В итоге, в силу вышеперечисленных факторов, урожайность на вариантах с применением этилена в 2015 г. по этим сортам возросла, в зависимости от района выращивания и применения орошения, соответственно на 14,5-42,9%; 21,9-29,9%; 4,9-16,3% или на 4,5-7,2; 3,5-7,5; 0,7-4,2 т/га по массе. Отмечена также более однородная структура урожая (рисунок 45).



Рисунок 45. Однородность урожая по структуре (на фотографиях клубни с 1 куста, сорт Леди Клэр, 15.08.2015.) при выращивании на дерново-подзолистой суглинистой почве Озёрского района Московской области: а) без применения этилена (контроль); б) с применением этилена при хранении семенных клубней

Выявленные закономерности в той или иной степени относятся ко всем трём изученным сортам, но особенно явно они проявились в 2015 году на раннем сорте Леди Клэр при выращивании в Люберецком районе без орошения. В этих условиях прирост общей урожайности (а также в ещё большей степени товарной урожайности, достигшей величины 62,3% или 7,6 т/га по массе) был обусловлен не только и не столько стимулирующим действием этилена на образование дополнительных клубней (за счёт дополнительных стеблей), сколько смещением прохождения фенологических фаз развития на более ранние сроки, что при данных погодных условиях было критически важным для накопления урожая вообще, и товарного урожая в особенности. Сорта более поздних групп спелости (особенно Сатурна) в таких условиях с укороченным благоприятным вегетационным периодом из-за наступления засухи в августе оказались менее отзывчивы на применение этилена, и хотя урожайность их тоже повысилась, но в структуре урожая доля мелкой фракции была увеличена (т.е. преимущество в дополнительном клубнеобразовании реализовано не было, так как вызреть они не успели).

Последующие два года исследований (2016 и 2017) по метеоусловиям в вегетационный период в обоих районах Московской области были схожими и для роста и развития растений картофеля примерно одинаково благоприятными (таблица 26, приложение А).

Особенность 2017 года заключалась только в том, что в первой половине вегетации температура воздуха была ниже среднемноголетней на 2-3 °С, что сдвинуло на более поздний срок фенологические фазы развития картофеля на 7-10 дней, вследствие чего товарная урожайность к моменту уборки оказалась ниже на 10-18% (особенно по среднепозднему сорту Сатурна).

В целом, 2016 и 2017 годы выдались для Центрального региона России необычно дождливыми, с мая по август включительно выпало соответственно 180,5% и 145,3% осадков от среднемноголетней нормы в Люберецком районе; 237,1% и 169,9% - в Озёрском районе. Как следствие, эффективность орошения в 2016-2017 гг. была не столь высока (прибавка урожая колебалась по сортам в

диапазоне от 3 до 16% или от 0,8 до 4,0 т/га по массе). Урожайность картофеля при выращивании в Озёрском районе на суглинистой почве была в 2016-2017 годах выше, чем при выращивании в Люберецком на супесчаной почве на 7-16% или на 1,5-4,4 т/га по массе (в зависимости от сорта), что несколько меньше разницы, отмеченной в 2015 году.

Применение этилена на семенном картофеле в 2016 и 2017 годах в силу их однотипности по метеорологическим условиям имело весьма схожий эффект на прирост биометрических показателей и урожайности (таблицы 28 и 29, рисунок 46).

В относительных значениях (в процентах к контролю) влияние этилена было заметно ниже, чем в 2015 году (по сортам Леди Клэр, Гала и Сатурна прирост урожайности составил соответственно 6,9-9,5%; 11,1-17,8%; 5,6-15,3%), однако в абсолютных значениях (в т/га по массе) разницы по сравнению с 2015 годом почти не было (по сортам 1,8-2,8; 3,1-6,2; 1,2-4,5 т/га соответственно).

Таким образом, установлено, что эффективность применения этилена при хранении семенных клубней на рост, развитие и урожайность картофеля в последствии значительно варьировала по годам в зависимости от складывающихся метеорологических условий вегетационного периода, района выращивания и применения орошения.

В среднем за 3 года из трёх изученных сортов при измерении в абсолютных значениях наиболее отзывчивым на использование этилена по показателям прироста числа стеблей и клубней (шт./куст), прибавке общей и товарной урожайности (в т/га) оказался сорт Гала при выращивании на дерново-подзолистой суглинистой почве в Озёрском районе Московской области с применением орошения (прирост вышеуказанных показателей составил соответственно 2,3 стебля/куст; 4,8 клубня/куст; 6,4 т/га и 6,6 т/га).

Таблица 28 - Биометрические показатели и урожайность картофеля при применении этилена (2016 г.)

Район выращивания	Вариант хранения семенных клубней и применения орошения	Число стеблей, шт./куст	Число клубней шт./куст	Урожайность, т/га	
				общая	товарная (клубни фракции >50 мм)
Леди Клэр (ранний)					
Люберецкий (супесчаная почва)	контроль	5,1	10,0	27,1	23,3
	с этиленом	6,0	11,2	29,0	25,1
НСР ₀₅		0,3	0,5	0,8	0,7
Озёрский (суглинистая почва)	контроль	5,1	11,7	30,2	26,9
	с этиленом	6,1	13,0	32,0	29,6
	контроль (орошение)	5,2	11,8	33,3	30,1
	с этиленом (орошение)	6,4	13,2	35,6	32,6
НСР ₀₅		0,4	0,6	1,2	1,0
Гала (среднеранний)					
Люберецкий (супесчаная почва)	контроль	5,2	18,0	27,9	25,7
	с этиленом	6,8	21,6	31,0	28,5
НСР ₀₅		0,3	0,7	0,8	0,8
Озёрский (суглинистая почва)	контроль	5,4	18,4	32,0	29,9
	с этиленом	7,0	22,5	35,6	33,5
	контроль (орошение)	6,4	20,0	34,8	32,9
	с этиленом (орошение)	8,4	23,8	40,4	38,1
НСР ₀₅		0,4	0,9	1,2	1,0
Сатурна (среднепоздний)					
Люберецкий (супесчаная почва)	контроль	4,1	11,3	23,2	21,5
	с этиленом	4,9	12,5	25,0	23,2
НСР ₀₅		0,2	0,5	0,8	0,7
Озёрский (суглинистая почва)	контроль	4,3	11,5	25,5	23,7
	с этиленом	5,2	13,0	28,2	26,2
	контроль (орошение)	4,5	11,7	29,5	27,4
	с этиленом (орошение)	5,5	13,9	34,0	31,7
НСР ₀₅		0,3	0,6	1,2	1,0

Таблица 29 - Биометрические показатели и урожайность картофеля при применении этилена (2017 г.)

Район выращивания	Вариант хранения семенных клубней и применения орошения	Число стеблей, шт./куст	Число клубней шт./куст	Урожайность, т/га	
				общая	товарная (клубни фракции 540 мм)
Леди Клэр (ранний)					
Люберецкий (супесчаная почва)	контроль	4,4	11,1	27,5	22,0
	с этиленом	5,3	13,0	30,1	25,6
НСР ₀₅		0,3	0,6	0,8	0,7
Озёрский (суглинистая почва)	контроль	4,5	12,0	30,3	24,5
	с этиленом	5,4	14,0	33,0	27,4
	контроль (орошение)	4,5	13,0	32,8	27,4
	с этиленом (орошение)	5,5	15,1	35,6	30,6
НСР ₀₅		0,4	0,7	1,2	1,0
Гала (среднеранний)					
Люберецкий (супесчаная почва)	контроль	5,0	17,5	27,8	21,6
	с этиленом	6,7	21,6	31,5	25,6
НСР ₀₅		0,3	0,7	0,9	0,8
Озёрский (суглинистая почва)	контроль	5,4	18,4	32,2	25,6
	с этиленом	7,0	22,3	36,6	30,4
	контроль (орошение)	5,8	19,1	34,8	28,9
	с этиленом (орошение)	8,0	24,0	41,0	34,9
НСР ₀₅		0,4	0,8	1,2	1,0
Сатурна (среднепоздний)					
Люберецкий (супесчаная почва)	контроль	3,4	9,5	21,5	15,8
	с этиленом	4,0	10,9	22,7	17,3
НСР ₀₅		0,3	0,5	0,7	0,6
Озёрский (суглинистая почва)	контроль	3,5	10,0	23,0	17,4
	с этиленом	4,3	11,3	24,8	19,7
	контроль (орошение)	3,7	10,3	23,8	18,8
	с этиленом (орошение)	4,4	11,9	26,0	21,6
НСР ₀₅		0,4	0,6	0,9	0,8

Средние данные за 3 года исследований в абсолютных значениях по биометрическим показателям, урожайности (в том числе товарной) в зависимости от изучаемых факторов представлены в таблице 30 и рисунке 46.

Таблица 30 - Биометрические показатели и урожайность картофеля при применении этилена (в среднем за 2015-2017 гг.)

Район выращивания	Вариант хранения семенных клубней и применения орошения	Число стеблей, шт./куст	Число клубней шт./куст	Урожайность, т/га	
				общая	товарная (клубни фракции >50 мм)
Леди Клэр (ранний)					
Люберецкий (супесчаная почва)	контроль	5,1	10,0	23,8	18,9
	с этиленом	6,1	11,7	27,7	23,5
Озёрский (суглинистая почва)	контроль	5,2	11,3	28,3	24,0
	с этиленом	6,2	13,0	32,0	28,3
	контроль (орошение)	5,3	12,3	32,4	28,8
	с этиленом (орошение)	6,4	14,3	35,6	32,5
Гала (среднеранний)					
Люберецкий (супесчаная почва)	контроль	5,4	17,4	23,9	19,1
	с этиленом	7,2	21,2	27,3	22,2
Озёрский (суглинистая почва)	контроль	5,8	18,3	29,4	25,3
	с этиленом	7,7	22,9	34,5	30,5
	контроль (орошение)	6,3	19,2	33,9	30,4
	с этиленом (орошение)	8,6	24,0	40,3	37,0
Сатурна (среднепоздний)					
Люберецкий (супесчаная почва)	контроль	3,9	9,8	19,7	14,6
	с этиленом	4,6	11,0	20,9	15,7
Озёрский (суглинистая почва)	контроль	4,1	10,6	23,3	19,3
	с этиленом	5,0	12,2	25,9	22,0
	контроль (орошение)	4,3	11,0	26,4	22,7
	с этиленом (орошение)	5,2	13,0	30,0	26,7

Увеличение показателей роста, развития и урожайности картофеля
в следствие хранения семенных клубней в среде фитогормона этилена
при температуре 4 °С (прирост в процентах к контролю)

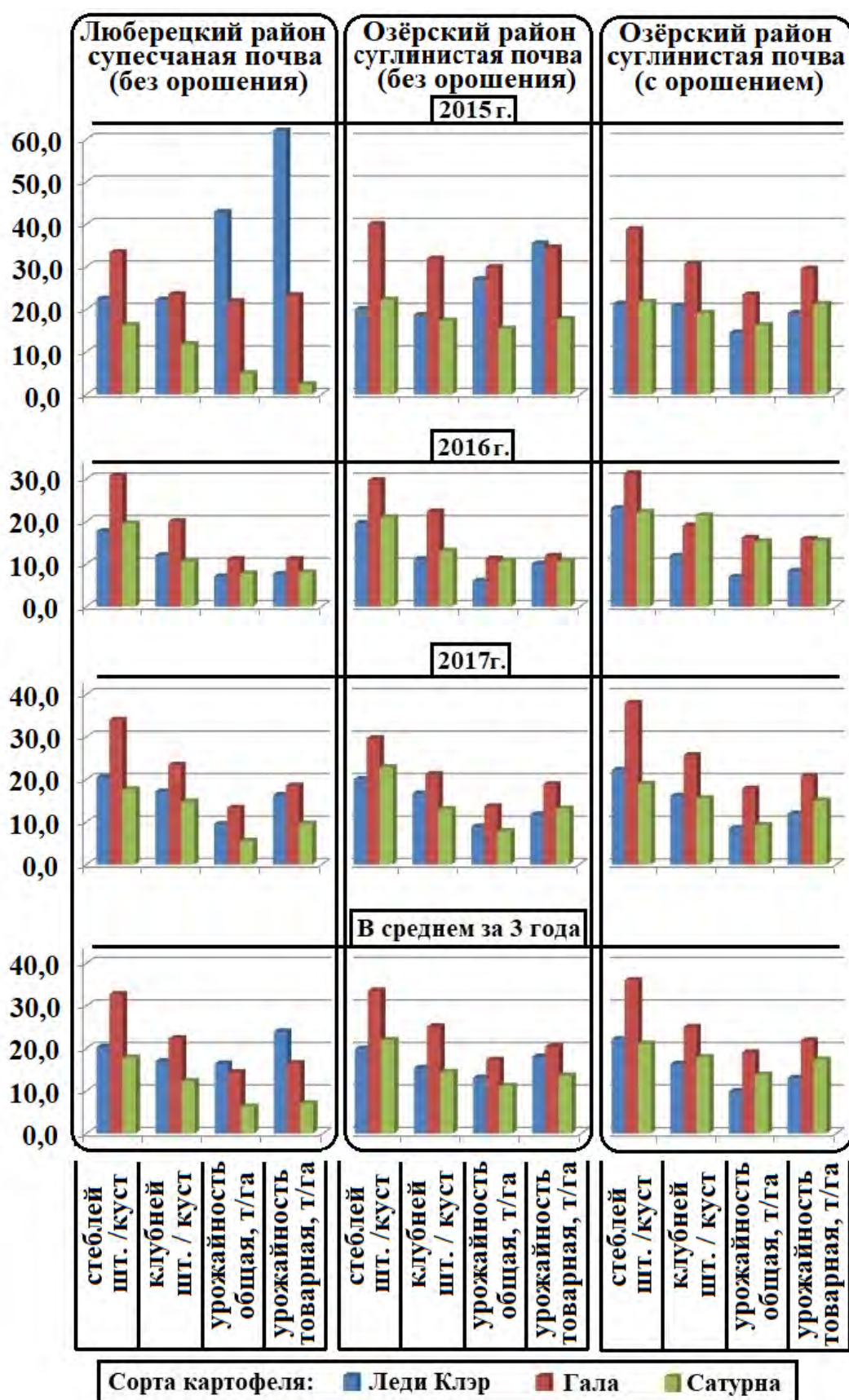


Рисунок 46. Влияние применения фитогормона этилена при хранении семенных клубней на показатели роста, развития и урожайности картофеля

Схожие и даже более высокие показатели эффективности применения этилена на семенном картофеле были получены при выращивании картофеля в 2015-2016 годах в Дмитровском районе Московской области [188, 189, 190].

В свете полученных данных, применение фитогормона этилена предоставляет интересную возможность использования дифференцированного подхода в выборе густоты посадки клубней в зависимости от уровня культуры земледелия. При низкой агротехнике, слабой окультуренности почв и отсутствии орошения густоту посадки можно несколько снизить (на 10-15%) в расчёте на то, что за счёт применения этилена удастся добиться такого же стеблестоя на гектар и, в конечном счёте, не меньшего урожая, чем при обычной густоте 40-45 тыс. шт./га, т.е. можно сэкономить на семенном материале. А при высоком уровне агротехники, достаточном применении удобрений и наличии систем орошения густоту посадки клубней, хранившихся в среде этилена, можно не снижать, так как в таком случае площади питания будет достаточно, чтобы растения картофеля с дополнительно сформированными стеблями и клубнями смогли реализовать весь свой биологический потенциал.

В исследованиях установлено, что прирост урожайности картофеля в результате применения этилена при хранении семенных клубней (основанный на дополнительном количестве стеблей на куст) не сопровождался снижением содержания в клубнях сухого вещества и крахмала, что, в совокупности с достижением более однородной структуры урожая, важно при выращивании картофеля как сырья для вакуумной упаковки и, с учётом требований к форме клубней, для быстрой заморозки, а также и для других видов переработки, например, на хрустящий картофель. Кроме того данный подход эффективен и при выращивании картофеля на семенные цели.

В целом, хранение семенных клубней в среде этилена с ноября по конец апреля в концентрации 15 мл/м^3 по объёму (или $17,45 \text{ мг/м}^3$ по массе) при температуре хранения 4°C по данным в среднем за 2015-2017 гг. способствовало:

- увеличению числа наклонувшихся глазков (главным образом за счёт боковых при исключении апикального доминирования);

- более раннему (на 3-5 дней) и дружному появлению всходов что, как следствие, продлевало вегетационный период до момента увядания ботвы, наступавшему примерно в одни сроки с контрольными вариантами;
- образованию большего числа стеблей на куст (на 19,9-36,0%);
- увеличению высоты растений (на 2-3 см);
- увеличению числа клубней на куст (на 6,3-19,0%, в особенности по сорту Гала) при более раннем начале клубнеобразования;
- росту общей урожайности в зависимости от варианта исследований на 9,9-19,0% (1,2-6,4 т/га по массе), товарной урожайности - на 7,0-23,9% (1,0-6,6 т/га по массе). Наибольший прирост из указанного диапазона был при выращивании картофеля сорта Гала в АО «Озёры» Озёрского района Московской области на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве при орошении на основе применения спутникового анализа состояния полей;
- формированию более однородного по структуре урожая, что важно не только при производстве картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки и быстрой заморозки, но и в более широком применении (хрустящий картофель с требованиями к фракции клубней размером 40-60 мм; картофель на семенные цели и т.п.).

Отмечено также, что эффективность применения этилена при хранении семенных клубней значительно варьировала по годам в зависимости от срока созревания и сортовой реакции картофеля на метеоусловия вегетационного периода.

7.2 Использование половинных доз препарата Спад-Ник совместно с этиленом для снижения пестицидной нагрузки при ингибировании прорастания картофеля

Традиционными и широко используемыми во всем мире способами замедления процесса прорастания являются: хранение клубней при пониженных температурах (в пределах 2-4 °С) и использование химических ингибиторов

прораствания. Эти способы, однако, имеют определенные недостатки, часто приводящие к резкому снижению их эффективности. В частности, как показали проведенные исследования, хранение картофеля как сырья для вакуумной упаковки и быстрой заморозки при температуре 2-4 °С нежелательно по причине увеличения содержания в клубнях редуцирующих сахаров, что отрицательно сказывается на устойчивости их мякоти к потемнению. Из химических препаратов для ингибирования прораствания в настоящее время наиболее широкое распространение получили препараты на основе действующего вещества «хлорпрофам», например, Спад-Ник (ингибирует процесс деления клеток, что в свою очередь замедляет процесс прораствания). Данный препарат удобен в применении (подаётся в виде газообразного аэрозоля через систему активной вентиляции), не проникает в клубни картофеля, а оседает на их поверхности, поэтому после чистки клубней остаточные количества хлорпрофама в клубнях отсутствуют (срок ожидания согласно регламента применения препарата 20 дней). Тем не менее, препарат Спад-Ник относится к категории «умеренно-опасное соединение» (3 класс опасности для человека), способен аккумулироваться в стенах хранилищ и из экологических соображений в последние годы ведётся поиск его замены (или, по крайней мере, частичной замены с уменьшением суммарных доз) другими природными ингибиторами прораствания или физическими методами на основе гамма-облучения.

Одним из экологически чистых ингибиторов прораствания, находящим в последнее время всё более широкое применение, является фитогормон этилен (при непрерывной экспозиции препятствует элонгации клеток).

В этой связи, с целью изучения возможности сдерживания прораствания картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки и быстрой заморозки, в 2014-2017 годах на базе АО «Озёры» Озёрского района Московской области в четырёх хранилищах арочного типа (вместимостью по 2000 т каждое) при температурах хранения 5-7 и 8-10 °С и ОВВ 90-95% были проведены исследования эффективности применения этилена и препарата Спад-Ник (как по отдельности, так и совместно) по следующей схеме:

Хранение картофеля при 5-7 °С, предназначенного для вакуумной упаковки:

Вариант 1 - контроль (без обработки).

Вариант 2 - Спад-Ник, 48 мл/т (24 мл/т в октябре + 24 мл/т в декабре).

Вариант 3: этилен, 10 мл/м³ (с ноября по май).

Хранение картофеля при 8-10 °С, предназначенного для быстрой заморозки:

Вариант 1 - контроль (без обработки).

Вариант 2: Спад-Ник, 104 мл/т (24 мл/т в октябре + 5х16 мл/т через 45 дней).

Вариант 3: Спад-Ник, 48 мл/т (24 мл/т в октябре + 24 мл/т в ноябре) совместно с этиленом, 10 мл/м³ (с ноября по май).

Использовали сорта различного срока созревания - Леди Клэр (ранний) и Сатурна (среднепоздний). Обработка клубней препаратом Спад-Ник и этиленом осуществлялась согласно рекомендаций фирм-производителей. Выход на заданную концентрацию этилена (10 мл/м³ по объёму или 11,6 мг/м³ по массе) осуществлялся постепенно в течение 20 дней, чтобы избежать резкого накопления редуцирующих сахаров в клубнях.

Потери картофеля при хранении

В результате исследований в среднем за 3 года установлено, что при температуре хранения 5-7 °С (сырьё для вакуумной упаковки) общие потери картофеля в обоих вариантах применения ингибиторов (Спад-Ник в половинной дозе и этилен) были примерно одинаковыми (6,7 и 6,9% по сорту Леди Клэр; 6,5 и 6,7% по сорту Сатурна). Достигалось почти полное подавление прорастания (0,0-0,3%) при уровне потерь на ростки на контроле - 1,0-1,1% в зависимости от сорта.

При температуре хранения 8-10 °С (сырьё для быстрой заморозки) общие потери картофеля по варианту совместного применения препарата Спад-Ник с этиленом были выше, чем в варианте с обработкой клубней одним только препаратом Спад-Ник – на 0,6 % по сорту Леди Клэр и на 1,4% по сорту Сатурна. Однако в сравнении с контрольным вариантом, оба способа ингибирования прорастания снижали общие потери картофеля при хранении на 6,2-7,6% (таблица 31, приложение М).

Таблица 31 - Потери картофеля при хранении в зависимости от сорта, температуры и варианта обработки ингибиторами прорастания (с сентября по май в среднем за 2014-2017 гг.)

Сорт	Температура хранения, °С	Вариант обработки	Потери всего, %	В том числе			
				убыль массы	потери на ростки	технический отход	абсолютная гниль
Леди Клар	5-7	Контроль	8,6	6,7	1,1	0,4	0,4
		Спад-Ник, 48 мл/т	6,7	6,5	0,1	0,1	0,0
		Этилен, 10 мл/м ³	6,9	6,5	0,3	0,0	0,1
	8-10	Контроль	19,2	13,5	3,4	1,0	1,3
		Спад-Ник, 104 мл/т	11,7	11,0	0,0	0,2	0,5
		Спад-Ник (48 мл/т) + Этилен (10 мл/м ³)	12,3	11,6	0,0	0,2	0,5
Сатурна	5-7	Контроль	8,4	6,7	1,0	0,3	0,4
		Спад-Ник, 48 мл/т	6,5	6,4	0,0	0,0	0,1
		Этилен, 10 мл/м ³	6,7	6,4	0,1	0,1	0,1
	8-10	Контроль	18,7	13,2	3,3	1,0	1,2
		Спад-Ник, 104 мл/т	11,1	10,7	0,0	0,1	0,3
		Спад-Ник (48 мл/т) + Этилен (10 мл/м ³)	12,5	12,0	0,0	0,1	0,3

Обусловлено это было, главным образом, более высокой величиной естественной убыли массы клубней в связи с возросшей интенсивностью их дыхания, что наиболее заметно проявлялось в первый месяц после начала газации хранилища этиленом при 8-10 °С. В обоих вариантах обработки прорастание клубней полностью подавлялось. Потери на технический отход и абсолютную гниль были незначительными (суммарно 0,4-0,7%) и зависели от сорта, а не от варианта обработки ингибитором.

Биохимические показатели клубней

В процессе хранения сырья для вакуумной упаковки при 5-7 °С (по вариантам: контроль, этилен 10 мл/м³ и Спад-Ник в половинной дозе 48 мл/т) существенных различий по биохимическим показателям клубней не выявлено.

При хранении сырья для быстрой заморозки при 8-10 °С было установлено, что в весенний срок определения (март) содержание сухого вещества в варианте обработки Спад-Ник 48 мл/т + этилен было несколько ниже, чем в варианте обработки только препаратом Спад-Ник 104 мл/т (разница на 0,3 и 0,4% по сортам Леди Клэр и Сатурна соответственно). Содержание редуцирующих сахаров, напротив, в варианте совместной обработки клубней препаратом Спад-Ник и этиленом было выше (на 0,06 и 0,08% соответственно по сортам Леди Клэр и Сатурна, таблица 32, приложение Н).

Таблица 32 - Биохимические показатели клубней и качество быстрозамороженного картофеля фри при обжаривании в зависимости от сорта и варианта обработки ингибиторами прорастания (8-10 °С, март, в среднем за 2014-2017 гг.)

Сорт	Вариант обработки	Содержание, %		Качество обжаренного картофеля в баллах			
		сухого вещества	редуцирующих сахаров	без бланширования		с бланшированием	
				цвет	консистенция	цвет	консистенция
Леди Клэр	Спад-Ник 104 мл/т	23,5	0,02	9,0	8,3	7,7	8,0
	Спад-Ник 48 мл/т + этилен	23,2	0,08	9,0	8,3	7,7	8,0
Сатурна	Спад-Ник 104 мл/т	24,3	0,07	8,7	8,0	7,3	7,7
	Спад-Ник 48 мл/т + этилен	23,9	0,15	8,3	8,0	7,0	7,7

Качество картофелепродуктов

Качество вакуумированного картофеля при хранении сырья при 5-7 °С в обоих вариантах применения ингибиторов прорастания (Спад-Ник 48 мл/т и этилен 10 мл/м³) было одинаково высоким (8-9 баллов).

При хранении сырья для быстрой заморозки (при 8-10 °С) с учётом биохимических показатели клубней, качество обжаренного картофеля фри (замороженного в марте-апреле) в среднем за 3 года было более высоким по варианту обработки одним только препаратом Спад-Ник в полной дозе 104 мл/т. Однако, надо отметить, что в первые два года исследований (2014-2015 и 2015-

2016 гг.) существенной разницы между изучаемыми вариантами не наблюдалось. В третьем году (2016-2017 гг.) снижение качества обжаренного фри по цвету в варианте с этиленом стало заметным (разница 0,5-1,0 балл, рисунок 47).

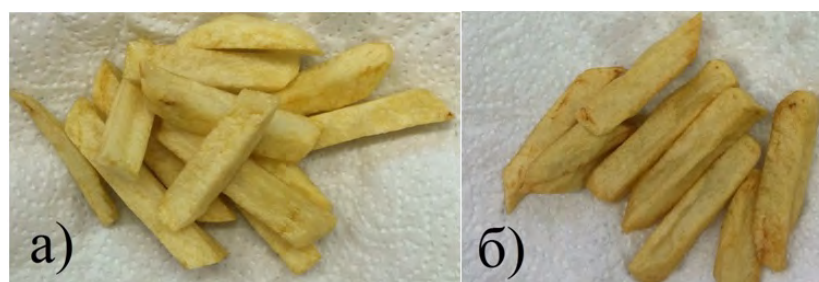


Рисунок 47. Обжаренный быстрозамороженный картофель из сорта Сатурна по вариантам обработки: а) Спад-Ник 104 мл/т; б) Спад-Ник 48 мл/т + этилен

Это связано с тем, что в результате применения этилена клубни выходили из состояния естественного покоя (но элонгация ростков при этом не происходила), их дыхание кратковременно интенсифицировалось, в хранилище наблюдался рост концентрации CO_2 (в 2-3 раза до 0,5-0,6% по показаниям оборудования «Restrainer»). Этот процесс сопровождался ростом содержания в клубнях редуцирующих сахаров (гидролиз крахмала идёт интенсивнее в более кислой среде), а также сахарозы (с 0,03-0,04% в ноябре до 1,1-1,4% в мае), что, в свою очередь, приводило к более тёмному цвету конечного продукта при обжаривании. В определённой мере этот негативный процесс был обратим (в эксперименте повышение температуры до 15 °С в течение 2-3 недель почти полностью восстанавливало исходные биохимические показатели клубней), однако это сопряжено с дополнительными затратами.

Бланширование брусочков перед быстрым замораживанием имело отрицательный эффект на показатели цвета и консистенции продукта при обжаривании, т.к. приводило к появлению блёклого цвета с зеленовато-серым оттенком. Это свидетельствует о том, что данный приём избыточен и неэффективен на сортах, несклонных к накоплению редуцирующих сахаров.

Таким образом, применение этилена при хранении картофеля, предназначенного для промышленной переработки, имело как свои преимущества (экологичность в виду отсутствия остаточных количеств пестицидов и удобство в

применении), так и недостатки (в отдельные годы наблюдался рост содержания редуцирующих сахаров, что несколько ухудшало качество быстрозамороженного картофеля). В целом, по нашему мнению, данная технология имеет перспективы, в особенности, с учётом подбора сортов, не склонных к накоплению в процессе хранения редуцирующих сахаров.

7.3 Перспективы гамма-облучения клубней картофеля различного назначения

Для сравнения эффективности применения фитогормона этилена и химических препаратов при хранении картофеля различного назначения в 2015-2018 гг. были проведены также исследования по влиянию физического метода воздействия на клубни. Облучение картофеля сорта Леди Клэр (сетки массой по 10 кг в трёхкратной повторности по каждому варианту) проводили в сентябре в ФГБНУ ВНИИРАЭ на установке ГУР-120 (кобальт-60, площадь гамма-облучения 2х2 м, мощность дозы 3 Гр в час) с последующим хранением картофеля в холодильных камерах ФГБНУ ВНИИКХ при температурах от 4 до 10 °С.

В экспериментах семенной картофель облучали в дозах 15, 25 и 50 Гр и хранили при двух температурах - 4 и 6 °С с последующей высадкой в поле (площадь полевого опыта 800 м²). Температура 6 °С превышает рекомендуемую для семенного картофеля, однако в связи с тем, что до сих пор во многих хозяйствах России картофель хранится в устаревших картофелехранилищах, которым присущи проблемы поддержания оптимальных температурно-влажностных параметров, данная температура также была включена в программу исследований. Картофель, предназначенный для промпереработки, облучали в дозах от 15 до 150 Гр, хранили при 8-10 °С и ОВВ 90-95% до мая месяца с оценкой биохимических показателей клубней и пригодности к производству вакуумированного и быстрозамороженного картофеля с учётом потерь при длительном хранении.

В результате исследований установлено, что гамма-облучение семенных клубней в дозе 25 и особенно 50 Гр крайне отрицательно отразилось на их прорастании (рисунок 48) и урожайности картофеля в последствии независимо от температуры хранения 4 или 6 °С (вплоть до полного отсутствия всходов).



Рисунок 48 - Прорастание клубней картофеля при температуре хранения 6 °С через 7 месяцев после гамма-облучения в дозах 15-50 Гр (сорт Леди Клэр, 01.05.2018 г.)

Облучение клубней в дозе 15 Гр отрицательно влияло на урожайность картофеля в последствии только при температуре хранения 4 °С (снижение на 15% по сравнению с контролем). Однако, при температуре хранения 6 °С различия по всхожести, скорости прохождения фенологических фаз развития и урожайности в последствии облучённого картофеля в сравнении с контролем в среднем за 3 года отмечено не было. В отдельные годы, например, 2018 г., вариант с облучением в дозе 15 Гр по скорости прохождения фенофаз развития на начальном этапе (до фазы бутонизации) даже несколько превосходил контрольный, однако урожайность на нём была не выше, чем на контроле (15,1 в сравнении с 15,2 т/га), а товарность клубней оказалась существенно ниже (только 27,3%, что в 2,3 раза меньше, чем на контроле, рисунок 49).

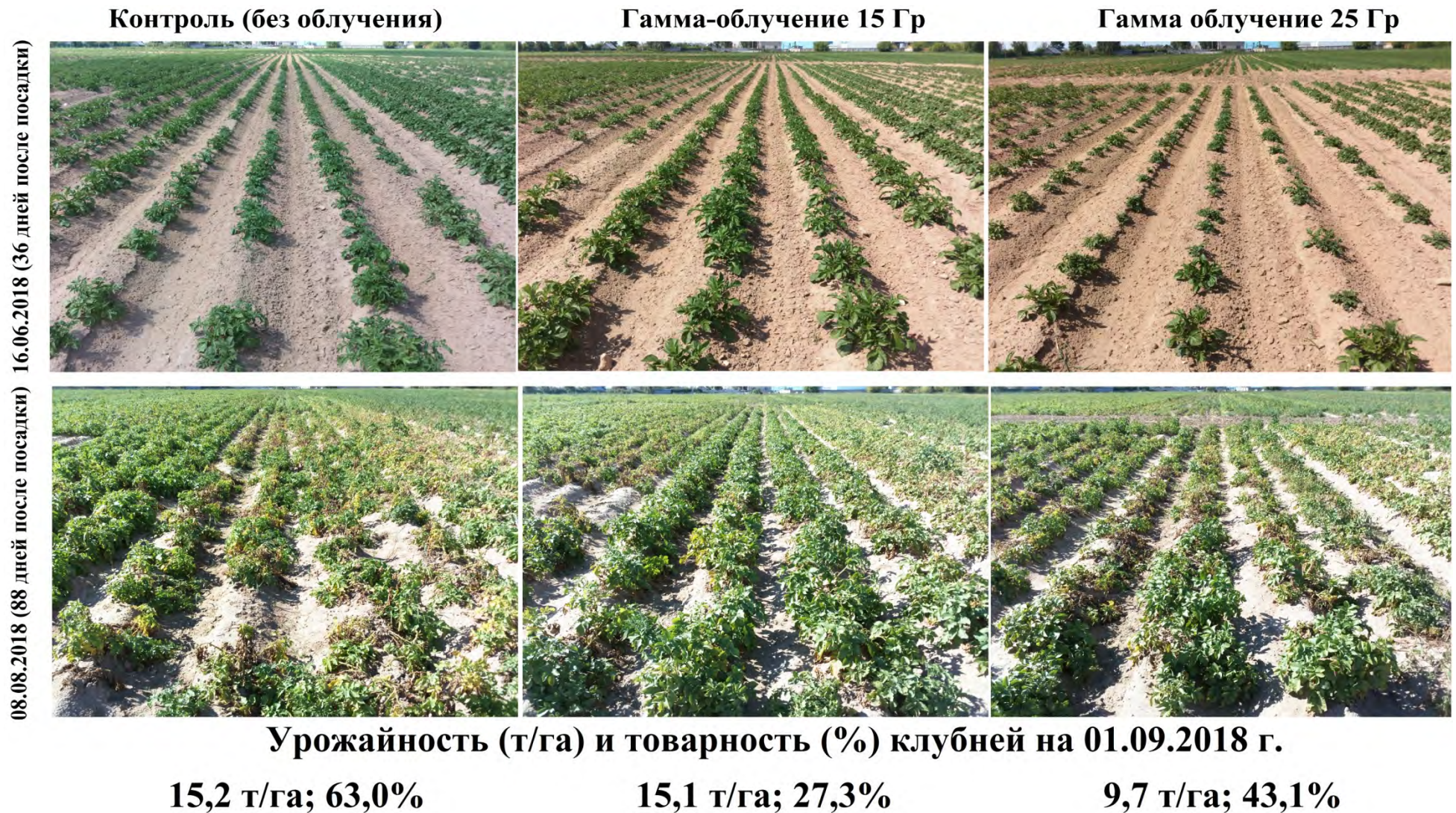


Рисунок 49. Развитие растений картофеля сорта Леди Клэр на 36 и 88 день после посадки, а также урожайность на 01.09.2018 г. в зависимости от дозы гамма-облучения семенных клубней при температуре хранения 6 °С (ЭБ «Коренёво»)

Таким образом, гамма-облучение семенного картофеля, ввиду его сортоспецифичности по продолжительности периода естественного покоя и различной сортовой реакцией на применение одних и тех же доз облучения (в прошлые годы на базе ФГБНУ ВНИИКХ исследовались также сорта Гала и Сатурна, всхожесть и урожайность которых при облучении в дозе 15 Гр были несколько ниже, чем на контроле), представляется сомнительным и, во всяком случае, требует дальнейших исследований.

При длительном хранении картофеля при 8-10 °С (предназначен для промпереработки) обработка клубней в дозе 15 Гр по сравнению с контролем способствовала некоторому снижению содержания сухого вещества в клубнях (на 0,7%), а также увеличению содержания редуцирующих сахаров (до 0,15%) и ухудшению показателя цвета быстрозамороженного картофеля фри при обжаривании (на 0,2 балла, что, впрочем, несущественно). Однако при облучении клубней в более высоких дозах 25-150 Гр подобных негативных эффектов отмечено не было (таблица 33).

Бланширование брусочков оказалось неэффективным на сорте, несклонном к накоплению редуцирующих сахаров. Существенной разницы в вариантах облучения в изучаемых дозах на пригодность картофеля к вакуумной упаковке не выявлено.

Гамма-облучение клубней при температуре хранения 8-10 °С способствовало снижению величины общих потерь картофеля в среднем за 2015-2018 гг. в зависимости от дозы облучения к маю месяцу на 4,8-7,1% по сравнению с контролем (таблица 34).

Таблица 33 - Биохимические показатели клубней и качество быстрозамороженного картофеля фри при обжаривании при различных дозах гамма-облучения (сорт Леди Клэр, температура хранения 8-10 °С, определение в марте в среднем за 2015-2018 гг.)

Вариант обработки		Содержание, %		Качество картофеля фри в баллах			
		сухого вещества	редуцирующих сахаров	без бланширования		с бланшированием	
				цвет	консистенция	цвет	консистенция
Контроль		23,6	0,02	9,0	8,2	7,8	7,9
Гамма-облучение, Гр	15	22,9	0,15	8,8	8,5	7,7	8,2
	25	23,3	0,05	9,0	8,3	7,7	8,1
	50	23,3	0,05	9,0	8,4	7,7	8,1
	75	23,2	0,05	9,0	8,4	7,7	8,1
	100	23,2	0,05	9,0	8,4	7,7	8,1
	150	23,1	0,05	9,0	8,4	7,7	8,1

Таблица 34 - Потери картофеля сорта Леди Клэр при хранении при различных дозах гамма-облучения при температуре 8-10 °С (с сентября по май в среднем за 2015-2018 гг.)

Вариант обработки		Потери всего, %	в том числе			
			убыль массы	потери на ростки	технический отход	абсолютная гниль
Контроль (без обработки)		19,2	13,5	3,4	1,0	1,3
Гамма-облучение, Гр	15	14,4	10,8	1,6	1,0	1,0
	25	12,6	10,4	0,4	0,8	1,0
	50	12,3	10,1	0,3	0,8	1,1
	75	12,4	10,0	0,2	0,8	1,4
	100	12,1	9,7	0,0	0,9	1,5
	150	12,3	9,6	0,0	0,9	1,8

При дозах облучения 50 и 75 Гр потери на ростки составили незначительную величину - 0,3 и 0,2% соответственно (рисунок 50), а общие потери картофеля при хранении составили 12,3 и 12,4%, т.е. были примерно на таком же уровне, как при использовании препарата Спад-Ник отдельно или совместно с фитогормоном этиленом.

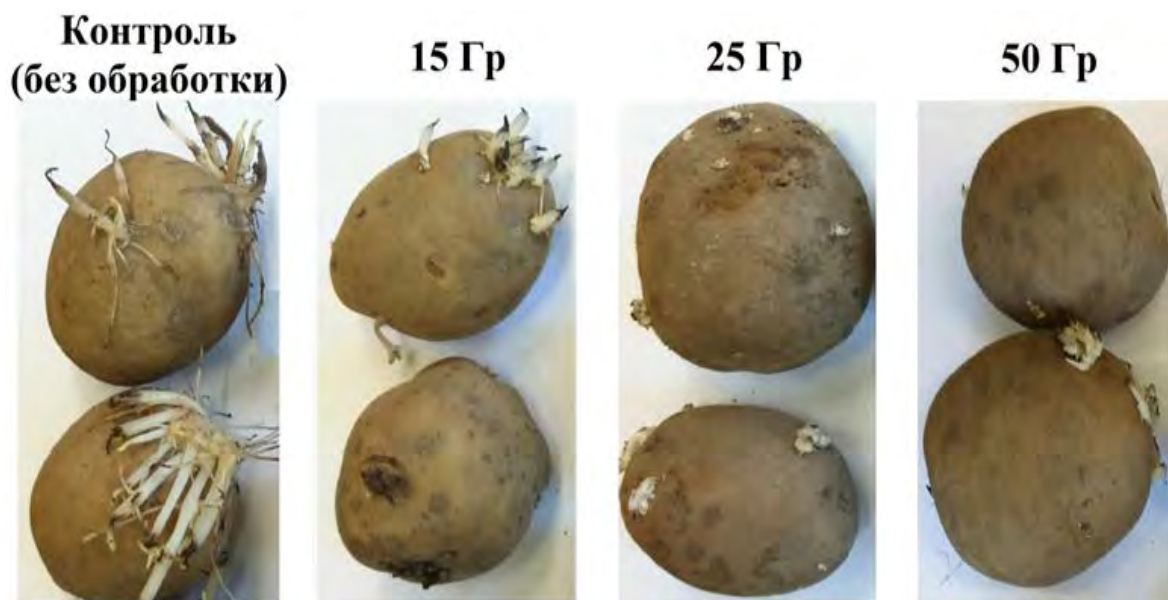


Рисунок 50. Проращивание клубней при температуре хранения 8-10 °С через 7 месяцев хранения после гамма-облучения в соответствующих дозах (сорт Леди Клэр, 01.05.2018 г.)

Более высокие дозы облучения (100 и 150 Гр) оказались менее эффективными, поскольку, хотя они и обеспечивали полное подавление проращивания клубней, но при этом процент потерь на технический отход и абсолютную гниль суммарно возрастал до 2,4-2,7% (для сравнения на контроле - 2,3%, при дозе 50 Гр - 1,9%).

С экологической точки зрения применение как этилена, относящегося к малоопасным веществам (4-й класс опасности по ГОСТ 12.1.007, ПДК в воздухе рабочей зоны 100 мг/кг, что в 6-8 раз выше использовавшейся в опытах концентраций), так и гамма-облучения ^{60}Co в изучаемых дозах является безопасным (по данным ВОЗ «Оценка санитарного состояния облученных пищевых продуктов» специального токсикологического или пищевого исследования продуктов, облученных дозами до 10 кГр, не требуется [3, 367]).

Глава 8 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ

Экономическая эффективность усовершенствованных элементов технологии производства картофеля складывалась из трёх составляющих частей работы:

- эффективность применения фитогормона этилена при хранении семенного картофеля (повышение урожайности и снижение себестоимости картофеля);
- эффективность применения ингибиторов прорастания при хранении картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки (этилен в сравнении с половинной дозой препарата Спад-Ник при температуре хранения 5-7 °С) и для быстрой заморозки (совместное применение этилена с препаратом Спад-Ник в половинной дозе в сравнении с Спад-Ник в полной дозе при температуре хранения 8-10 °С);
- Экономическая эффективность первичной переработки картофеля при использовании усовершенствованных технологий его выращивания, уборки и хранения.

За базу сравнения было принято выращивание картофеля на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в Озёрском районе Московской области (АО «Озёры») с использованием современной техники и орошения на основе спутникового анализа состояния полей с последующим хранением картофеля в арочных секциях вместимостью по 2000 т., объединённых в единый технологический комплекс по схеме «Паук», с использованием современной системы активной вентиляции и климат-контроля, а также обработки клубней, предназначенных для промпереработки, ингибитором прорастания Спад-Ник (общая доза при температуре хранения 5-7 °С - 48 мл/т; при 8-10 °С - 104 мл/т).

Таким образом, базовый вариант сравнения соответствовал уровню лучшего из имеющихся в стране.

8.1 Эффективность применения фитогормона этилена при хранении семенного картофеля

При расчётах экономической эффективности применения фитогормона этилена при хранении семенного картофеля учитывалась урожайность и выход стандартных клубней (уровень товарности) отдельно по каждому из изученных сортов различного срока созревания - Леди Клэр (ранний), Гала (среднеранний) и Сатурна (среднепоздний) в среднем за 2015-2017 гг. (таблица 30). Производственные затраты по сортам в зависимости от урожайности и, как следствие, разницы затрат на полевые работы (главным образом уборочные), колебались от 186 до 192 тыс. руб./га (таблица 35). Затраты на удобрения в рекомендуемых дозах $N_{60}P_{60-120}K_{120}$ практически не отличались от затрат на удобрения в базовом варианте сравнения и поэтому отдельно не рассчитывались (входили в общие производственные затраты). Дополнительные затраты на аренду генератора этилена в расчёте на хранилище вместимостью 2000 т – 540,0 тыс. руб. В качестве расходного материала использовался спирт этанол по цене 200,0 руб./л (1000 руб. за 5-литровые канистры). Общий расход этанола за сезон хранения – 232,5 л. на сумму $232,5 \text{ л} \times 200,0 \text{ руб./л} = 46,5 \text{ тыс. руб.}$

Как видно из данных таблицы 35, в зависимости от сорта, условный доход от применения этилена (15 мл/м^3) при хранении семенного картофеля в результате прибавки урожайности (на 3,2-6,4 т/га) и выхода товарных клубней (на 2,1-2,7%) составил от 25893,00 до 52922,00 руб./га. Себестоимость продукции при этом снизилась на 500,00-800,00 руб./т. Уровень рентабельности составил от 43,8 до 89,3%, что в среднем по сортам было на 20,2% выше, чем в базовом варианте сравнения. Экономически наиболее выгодным применение этилена оказалось при хранении семенных клубней сорта Гала (окупаемость затрат при последующем выращивании - 7,7 рублей на каждый вложенный рубль дополнительных затрат); по сортам Леди Клэр и Сатурна этот показатель был несколько ниже (6,70 и 7,00 руб./руб. соответственно).

Таблица 35 - Экономическая эффективность применения фитогормона этилена
(15 мл/м³) при хранении семенного картофеля

№ п/п	Показатели	Варианты опыта по сортам					
		Леди Клэр		Гала		Сатурна	
		Контроль	Этилен	Контроль	Этилен	Контроль	Этилен
1	Урожайность, т/га	32,4	35,6	33,9	40,3	26,4	30,0
2	Прибавка урожая, т/га	-	3,2	-	6,4	-	3,6
3	-Доля стандартных клубней (уровень товарности), %	88,8	91,3	89,7	91,8	86,2	88,9
	-Доля нестандартных клубней, %	11,2	8,7	10,3	8,2	13,8	11,1
4	Производственные затраты (общие по вариантам), тыс. руб./га	190,0	190,0	192,0	192,0	186,0	186,0
5	Дополнительные затраты при хранении (на 2000 т), тыс. руб.						
	- итого, в том числе:	-	586,5	-	586,5	-	586,5
	- аренда генератора	-	540,0	-	540,0	-	540,0
	- расходный материал (этанол)	-	46,5	-	46,5	-	46,5
7	Дополнительные затраты при хранении (на 2000 т), тыс. руб./га						
	- итого, в том числе:	-	0,9	-	0,9	-	0,9
	- аренда генератора этилена	-	0,8	-	0,8	-	0,8
	- расходный материал (этанол)	-	0,1	-	0,1	-	0,1
8	Затраты на уборку и транспортировку дополнительной продукции, тыс. руб./га	-	3,0	-	6,0	-	3,2
9	Итого дополнительных затрат, тыс.руб./га	-	3,9	-	6,9	-	4,1
10	Производственные затраты, тыс. руб./га - всего	190,0	193,9	192,0	198,9	186,0	190,1
11	Себестоимость, тыс. руб./т	5,9	5,4	5,7	4,9	7,0	6,3
12	Цена реализации картофеля, тыс. руб./т						
	- стандартных клубней	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	- нестандартных клубней	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
13	Стоимость продукции, тыс. руб./га						
	- итого, в том числе:	295,0	331,2	311,1	376,6	234,9	273,4
	- стандартных клубней	287,7	325,0	304,1	370,0	227,6	266,7
	- нестандартных клубней	7,3	6,2	7,0	6,6	7,3	6,7
14	Стоимость дополнительной продукции, тыс.руб./га						
	- итого, в том числе:	-	29,8	-	59,8	-	32,8
	- стандартных клубней	-	29,2	-	58,8	-	32,0
	- нестандартных клубней	-	0,6	-	1,0	-	0,8
15	Условный доход, тыс.руб./га	-	25,9	-	52,9	-	28,7
16	Условный доход на 1 руб. дополнительных затрат (окупаемость затрат), руб.	-	6,7	-	7,7	-	7,0
17	Уровень рентабельности, %	55,2	70,8	62,0	89,3	26,3	43,8

8.2 Эффективность применения ингибиторов прорастания при хранении картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки и быстрой заморозки

При расчёте экономической эффективности применения ингибиторов прорастания в арочной секции вместимостью 2000 тонн учитывались показатели:

1. Цена препарата Спад-Ник (оптовая) – 8500,00 руб./л.
2. Стоимость работ при шестикратной обработке клубней за сезон хранения препаратом Спад-Ник с суммарной дозой 104 мл/т – 230000,00 руб. (или 115,00 руб./т). При обработке в половинной дозе – 106000,00 руб. (или 53,10 руб./т).
3. Стоимость аренды генератора этилена – 270,00 руб./т
4. Расход спирта этанола за сезон хранения - 155 л на сумму 155 л x 200,00 руб./л = 31000,00 руб. или 15,50 руб./т.
5. Лёжкость картофеля при длительном хранении (97,7 и 96,6% при 5-7 °С; 94,3 и 93,8% при 8-10 °С) в зависимости от варианта применения ингибиторов прорастания рассчитывалась по потерям в среднем за сезон, то есть как среднее арифметическое между начальными нулевыми значениями в сентябре и максимальными в мае (таблицы 36 и 37).

Таблица 36 – Экономическая эффективность применения ингибиторов прорастания при хранении картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки (5-7 °С)

№ п/п	Показатели	Спад-Ник (48 мл/т)	Этилен
1	Затраты на выращивание картофеля в среднем по сортам Леди Клер, Гала и Сатурна (себестоимость при выращивании), руб./т	6191,12	5572,33
2	Стоимость работ по обработке клубней препаратом Спад-Ник в соответствующих дозах, руб./т	53,1	-
3	Расход препарата Спад-Ник, л/т	0,048	-
4	Цена препарата Спад-Ник, руб./л	8500,00	-
5	Стоимость препарата Спад-Ник, руб./т	408,00	-
6	Стоимость аренды генератора этилена, руб./т	-	270,00
7	Стоимость расходного материала (спирт этанол), руб./т	-	15,50
8	Общие затраты на применение ингибиторов, руб./т	461,08	285,50
9	Общепроизводственные затраты при хранении картофеля, руб./т	1900,00	1900,00
10	Всего затрат при длительном хранении картофеля, руб./т	2361,08	2185,50
11	Лёжкость картофеля в среднем по сортам, %	96,70	96,60
12	Затраты при выращивании и хранении картофеля с учётом лёжкости, руб./та	6402,40	5768,46
13	Общие затраты на выращивание и хранение картофеля (себестоимость включая затраты на хранение), руб./т	8763,48	7953,96

Как видно из данных таблицы 36, ингибирование прорастания картофеля (при температуре 5-7 °С), предназначенного для вакуумной упаковки, в варианте использования фитогормона этилена на 175,58 руб./т (или на 38%) дешевле, по сравнению с использованием для этих целей половинной дозы препарата Спад-Ник. При этом общие затраты при хранении картофеля снизились на 7,4%. Суммарный экономический эффект от применения этилена на этапе выращивания и хранения составил 809,52 руб./т.

Таблица 37 – Экономическая эффективность применения ингибиторов прорастания при хранении картофеля, предназначенного для быстрой заморозки (8-10 °С)

№ п/п	Показатели	Спад-Ник (104 мл/т)	Спад-Ник (48 мл/т) + этилен
1	Затраты на выращивание картофеля в среднем по сортам Леди Клэр, Гала и Сатурна (себестоимость при выращивании), руб./т	6191,12	5572,33
2	Стоимость работ по обработке клубней препаратом Спад-Ник в соответствующих дозах, руб./т	115,0	53,1
3	Расход препарата Спад-Ник, л/т	0,104	0,048
4	Цена препарата Спад-Ник, руб./л	8500,00	8500,00
5	Стоимость препарата Спад-Ник, руб./т	884,00	408,00
6	Стоимость аренды генератора этилена, руб./т	-	270,00
7	Стоимость расходного материала (спирт этанол), руб./т	-	15,50
8	Общие затраты на применение ингибиторов, руб./т	999,00	746,58
9	Общепроизводственные затраты при длительном хранении картофеля, включая затраты на дополнительный обогрев руб./т	2000,00	2000,00
10	Всего затрат при длительном хранении картофеля, руб./т	2999,00	2746,58
11	Лёжка картофеля в среднем по сортам, %	94,30	93,80
12	Затраты при выращивании и хранении картофеля с учётом лёжки, руб./та	6565,35	5940,65
13	Общие затраты на выращивание и хранение картофеля (себестоимость включая затраты на хранение), руб./т	9564,35	8687,23

При хранении картофеля (при температуре 8-10 °С), предназначенного для быстрой заморозки, (таблица 37), применение половинной дозы препарата Спад-Ник совместно с фитогормоном этиленом по сравнению с обработкой клубней препаратом Спад-Ник в полной дозе, обеспечило не только двукратное снижение пестицидной нагрузки (что важно с точки зрения производства экологически чистой продукции), но и снижение затрат на 252,42 руб./т или на 25%. Общие

затраты при хранении картофеля снизились на 8,4%. В совокупности с экономией средств на этапе выращивания картофеля за счёт применения этилена общее снижение затрат (выращивание + хранение) по сравнению с базовым вариантом составило 877,12 руб./т (с 9564,35 до 8687,23 руб./т).

Затраты на гамма-облучение продовольственного и предназначенного для промпереработки картофеля на современном этапе весьма высоки - 5-10 тыс. руб./т, что увеличивает его себестоимость при хранении в 2-3 раза и делает нерентабельным в сравнении имеющимися и перспективными способами ингибирования прорастания. Кроме того, до сих пор недостаточно проработана нормативно-правовая база, что серьёзно затрудняет внедрение гамма-облучения клубней в реальное крупнотоварное производство. Применение данного метода обработки при хранении семенного картофеля также, по полученным данным, экономически не целесообразно (во всяком случае, в дозировках облучения, использовавшихся в наших экспериментах).

8.3 Влияние усовершенствованных элементов технологии выращивания, уборки и хранения картофеля на экономическую эффективность первичной переработки сырья

В основу расчёта экономической эффективности первичной переработки картофеля были положены следующие показатели:

- снижение отхода при очистке клубней (на 4,8% в среднем за сезон хранения) за счёт использования специально подобранных сортов с малым количеством и мелким залеганием глазков;

- снижение отхода при очистке путём снижения механических повреждений клубней при их уборке в оптимальные сжатые сроки (на 3,0% за счёт организации уборки картофеля по прямоточной технологии с использованием комбайнов, оснащённых боковым подкопом, и применения высокопроизводительного комбинированного способа уборки по схемам 2+2 и 2+4 при ширине междурядий 90 см);

- надбавка 5% (2000,00 руб./т при вакуумировании и 3000,00 руб./т при быстрой заморозке) к цене реализации готовой продукции за её более высокое качество (специально подобранные сорта и оптимальные дозы минеральных удобрений при выращивании картофеля на среднеобеспеченных питательными элементами почвах обеспечивают более высокие биохимические, потребительские показатели клубней, более длительный срок хранения продукции без применения консервантов, а в случае быстрозамороженного картофеля ещё и более высокое качество конечного продукта при обжаривании, таблицы 38 и 39).

Таблица 38 – Экономическая эффективность производства картофеля
в вакуумной упаковке

№ п/п	Показатели	Базовый вариант	Усовершенст- вованные элементы технологии
1	Общие затраты на выращивание и хранение картофеля (себестоимость включая затраты на хранение), руб./т	8763,48	7953,96
2	Отходы при переработке всего, %, в том числе:	35,00	27,20
2.1	- в зависимости от уровня механических повреждений клубней при различных способах уборки, %	7,00	4,00
2.2	- в зависимости от используемых сортов (обычных и специально подобранных) при механической ножевой очистке в среднем за сезон, %	28,00	23,20
3	Цена реализации отходов (очисток) при переработке, руб./т	1500,00	1500,00
4	Стоимость отходов (очисток) при переработке, руб./т	525,00	408,00
5	Выход сырья с учётом отходов при переработке, %	65,00	72,80
6	Затраты на производство сырья (включая затраты на выращивание, хранение и отход при переработке), руб./т	13482,28	10925,77
7	Цена пакетов для вакуумной упаковки вместимостью 5 кг (450x350 мм), руб./шт.	8,51	8,51
8	Стоимость пакетов для вакуумной упаковки (200 шт.), руб./т	1702,00	1702,00
9	Стоимость работ по ручной доочистке картофеля, руб./т	5000,00	5000,00
10	Общепроизводственные затраты при переработке, руб./т	10000,00	10000,00
11	Себестоимость картофеля в вакуумной упаковке, руб./т	29659,28	27219,77
12	Цена реализации продукции (в среднем за сезон) с учётом её качества в зависимости от подобранных сортов, руб./т	40000,00	42000,00
13	Прибыль, руб./т	10340,72	14780,23
14	Уровень рентабельности, %	34,87	54,30

Таблица 39 – Экономическая эффективность производства
быстрозамороженного картофеля фри

№ п/п	Показатели	Базовый вариант	Усовершенст- вованные элементы технологии
1	Общие затраты на выращивание и хранение картофеля (себестоимость включая затраты на хранение), руб./т	9564,35	8687,23
2	Отходы при переработке всего, %, в том числе:	43,00	34,20
2.1	- в зависимости от уровня механических повреждений клубней при различных способах уборки, %	7,00	4,00
2.2	- в зависимости от используемых сортов (обычных и специально подобранных) при механической ножевой очистке в среднем за сезон, %	28,00	23,20
2.3	- в зависимости от формы клубня при удалении нестандартных брусочков, %	8,00	7,00
3	Цена реализации отходов (очисток) при переработке, руб./т	1500,00	1500,00
4	Стоимость отходов (очисток) при переработке, руб./т	645,00	513,00
5	Выход сырья с учётом отходов при переработке, %	57,00	65,80
6	Затраты на производство стандартного сырья (включая затраты на выращивание, хранение и отход при очистке), руб./т	16779,56	13202,48
7	Цена упаковки вместимостью 2 кг, руб./шт.	2,00	2,00
8	Стоимость упаковки (500 шт.), руб./т	1000,00	1000,00
9	Стоимость работ по ручной доочистке картофеля, руб./т	5000,00	5000,00
10	Общепроизводственные затраты при переработке, руб./т	25000,00	25000,00
11	Себестоимость быстрозамороженного картофеля, руб./т	47134,56	43689,48
12	Цена реализации продукции (в среднем за сезон) с учётом её качества в зависимости от подобранных сортов, руб./т	60000,00	63000,00
13	Прибыль, руб./т	12865,44	19310,52
14	Уровень рентабельности, %	27,30	44,20

Таким образом, внедрение усовершенствованных элементов технологии на всех этапах замкнутого цикла производства продукции (выращивание, уборка в оптимальные сжатые сроки, хранение и первичная переработка специально подобранных сортов с отходом при очистке суммарно на 7,8% ниже) обеспечило получение дополнительной прибыли в размере $14780,23 - 10340,72 = 4439,51$ руб./т при вакуумировании клубней и $19310,52 - 12865,44 = 6445,08$ руб./т при быстрой заморозке. Рентабельность производства возросла соответственно на $54,30 - 34,87 = 19,43\%$ и $44,20 - 27,30 = 16,90\%$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Для достижения оптимального соотношения величины и качества урожая картофеля (на уровне 35-40 т/га с учётом биохимических показателей и устойчивости мякоти к потемнению) как сырья для вакуумной упаковки и быстрой заморозки, наиболее подходящей при выращивании на дерново-подзолистой окультуренной супесчаной почве в условиях Центрального региона России была доза минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{120}$, в условиях Средневолжского региона при выращивании на чернозёме - $N_{60}P_{120}K_{120}$. Дозы указаны для среднеобеспеченных питательными элементами почв при локальном внесении во время предпосадочной нарезки гребней или сажалкой при посадке. Более высокие дозы удобрений негативно влияли на биохимические и потребительские показатели клубней – снижалось содержание сухого вещества (до двух процентных пунктов) и, как следствие, ухудшался тургор клубней в вакуумной упаковке и консистенция конечного продукта при обжаривании быстрозамороженного картофеля. Кроме этого отмечалось снижение устойчивости мякоти к потемнению.

2. Наиболее значимые факторы, определяющие в период выращивания и хранения пригодность картофеля к вакуумной упаковке (в баллах по 9-балльной шкале): сорт - 2,5; тип почвы – 1,0; доза минеральных удобрений – 1,0; метеоусловия вегетационного периода – 0,5; срок первичной переработки – 0,5; температура хранения – 0,3; прочие факторы - 3,2 и к быстрой заморозке - соответственно: 1,8; 0,5; 0,3; 0,5; 1,0; 2,0; 2,9 баллов.

3. Сорта картофеля для вакуумной упаковки и быстрой заморозки должны соответствовать следующим требованиям: содержание сухого вещества не ниже 20%, отходов при механической очистке на уровне не выше 20% (т.е. не ниже 6 баллов) при сентябрьском сроке переработки и использовании механической системы очистки ножевого типа (другие типы – абразивный и ячеистый – для данных целей не подходят), высокая устойчивость мякоти клубней к потемнению - не ниже 7 баллов через 15 дней хранения в вакуумной упаковке (или не ниже 6

баллов через 12 месяцев после быстрой заморозки брусочков). Для быстрозамороженного картофеля дополнительные требования - форма клубня - удлинённая, содержание в клубнях редуцирующих сахаров не более 0,3% и качество обжаренного картофеля – без потемнения, рассыпчатый и вкусный (в среднем не ниже 6 баллов по цвету, консистенции и вкусу).

Из 110 изученных сортов для вакуумной упаковки рекомендованы следующие 40, соответствующие вышеуказанным требованиям:

Ранние: Взрыв, Леди Клэр, Лилея, Ломоносовский, Люкс, Ред Скарлетт, Саровский, Утёнок, Холмогорский.

Среднеранние: Амур, Бриз, Былина Сибири, Гала, Горняк, Лина, Манифест, Невский, Памяти Лорха, Памяти Рогачёва, Русский сувенир, Танай, Тёща.

Среднеспелые: Барин, Волат, Златка, Ирбитский, Надежда, Накра, Наяда, Сиреневый туман, Спиридон, Фаворит, Фрителла, Хозяюшка, Янка.

Среднепоздние: Вектар Белорусский, Журавинка, Зольский, Мусинский, Сатурна.

Для быстрой заморозки рекомендованы 7 сортов:

Среднеранние – Памяти Лорха, Памяти Рогачёва.

Среднеспелые – Надежда, Спиридон, Фаворит, Фрителла.

Среднепоздний – Зольский.

4. При выращивании сырья для вакуумной упаковки и быстрой заморозки предложено проводить уборку картофеля на тяжёлосуглинистых почвах Центрального региона России по прямоточной технологии – поле – комбайн – транспортное средство – ТЗК-30 с использованием комбайнов, оснащённых боковым подкопом. Способ уборки при широкорядных посадках (90 см) – комбинированный по схемам 2+2 и 2+4; клубни с двух или четырёх рядков укладывают с помощью копателя-валкоукладчика в междурядья двух соседних необработанных рядков, сформированный таким образом валок убирают за один проход комбайна.

5. Установлено повышение всхожести, биометрических показателей и урожайности картофеля в последствии при хранении семенных клубней в среде

фитогормона этилена (15 мл/м^3 при 4°C по адаптированной к российским условиям технологии фирмы «Restrain»). В частности, газация этиленом способствовала: увеличению числа наклюнувшихся глазков (главным образом, за счёт боковых при исключении апикального доминирования), более раннему (на 3-5 дней) и дружному появлению всходов, образованию большего числа стеблей на куст (на 19,9-36,0% в зависимости от сорта); увеличению высоты растений на 2-3 см, увеличению числа клубней на куст (на 6,3-19,0%, в особенности по сорту Гала) при более раннем начале клубнеобразования, росту урожайности (общей - на 9,9-19,0%, товарной - на 7,0-23,9%, особенно при применении орошения), формированию более однородного по структуре урожая. Кроме того, использование этилена в концентрации 10 мл/м^3 при хранении сырья, предназначенного для первичной переработки (при температуре $5-7^\circ\text{C}$ для вакуумной упаковки и $8-10^\circ\text{C}$ для быстрой заморозки), обеспечило двукратное снижение пестицидной нагрузки по хлорпрофаму.

6. При использовании рекомендуемых доз минеральных удобрений ($\text{N}_{60}\text{P}_{60-120}\text{K}_{120}$), риск избыточного накопления нитратов отсутствует. При использовании рекомендуемых сортов, отличающихся высокой устойчивостью мякоти к потемнению, отсутствует необходимость применения консервантов, а применение фитогормона этилена при хранении картофеля обеспечивает двукратное снижение пестицидной нагрузки по хлорпрофаму. В результате конечный продукт с экологической точки зрения получается значительно более чистым.

7. Скорость прохождения фенологических фаз развития и урожайность картофеля в последствии гамма-облучения (^{60}Co) семенных клубней в дозах 25 и 50 Гр были существенно ниже, чем на контроле. Облучение семенного картофеля в дозе 15 Гр оказалось более эффективным, однако и в этом варианте урожайность и особенно уровень товарности сильно варьировали по годам исследований, и в целом данный приём оказался неэффективным. Более перспективным оказалось использование гамма-облучения картофеля, предназначенного для первичной переработки. Установлено, что при дозах

облучения 50 и 75 Гр обеспечивалось ингибирование прорастания клубней на уровне не ниже, чем при использовании химического препарата на основе д.в. хлорпрофам и фитогормона этилена. Биохимические и потребительские показатели клубней при этом не снижались. Однако ввиду дороговизны данного метода обработки клубней (5-10 тыс. руб./т) и слабо проработанной нормативно-правовой базы, применение его на современном этапе является нерентабельным.

8. Внедрение комплекса усовершенствованных элементов технологии производства картофеля (специально подобранные сорта, дозы удобрений, ширина посадки, способ уборки, температура хранения, применение фитогормона этилена, рекомендации по первичной переработке) в картофелепроизводящих и перерабатывающих предприятиях Центрального региона России (АО «Озёры», ООО «Таширово», ООО «Сонида») обеспечило получение дополнительной прибыли в размере 4,4-4,7 тыс. руб./т при вакуумировании клубней и 6,4-6,7 тыс. руб./т при быстрой заморозке. Рентабельность производства при этом возросла соответственно на 19-21 и 17-18%.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для производства картофеля, пригодного к вакуумной упаковке и быстрой заморозке без применения консервантов, рекомендуется выращивать специально подобранные сорта (Ломоносовский, Гала, Русский сувенир, Фаворит, Фрителла и тому подобные, отвечающие разработанным требованиям) с локальным внесением минеральных удобрений на среднеобеспеченных питательными элементами почвах в дозах $N_{60}P_{60}K_{120}$ на дерново-подзолистой супесчаной почве в условиях Центрального региона России и $N_{60}P_{120}K_{120}$ - на чернозёме выщелоченном среднесуглинистом в Средневолжском регионе. Во избежание быстрого потемнения мякоти клубней и снижения отходов при очистке применять ножевой тип механической очистки.

2. На дерново-подзолистых тяжёлосуглинистых почвах Центрального региона России выращивать картофель при ширине междурядий 90 см; уборку проводить по прямоточной технологии комбинированным способом по схемам 2+2 и 2+4 с использованием комбайнов, оснащённых боковым подкопом. Это позволяет завершать уборочные работы в оптимальные сжатые сроки с минимальными механическими повреждениями клубней и отходами при первичной переработке.

3. Для повышения урожайности в последствии хранить семенной картофель при температуре 4 °С в среде фитогормона этилена (15 мл/м³ с ноября по конец апреля). Картофель, предназначенный для вакуумной упаковки хранить при температуре 5-7 °С в среде фитогормона этилена (10 мл/м³ с ноября), а предназначенный для быстрой заморозки - при 8-10 °С при совместном применении ингибитора прорастания Спад-Ник с вдвое уменьшенной дозой (однократная обработка в октябре 48 мл/т) и этилена (10 мл/м³ с ноября).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдюхина, В.М. Ингибирование прорастания клубней картофеля после воздействия рентгеновского излучения / В.М. Авдюхина, У.А. Близнюк, П.Ю. Борщеговская, А.В. Бусленко, С.Н. Еланский, А.С. Илюшин, И.С. Левин, Ф.Р. Студеникин, А.П. Черняев. Сб. докладов круглого стола в рамках XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. – Обнинск: ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2016. – С. 47.
2. Албертс, Б. Молекулярная биология клетки: В 3х т, 2-е изд., М75 перераб. и доп. Т. 3. Пер. с англ. / Б. Албертс. – М.: Мир, 1994. – 504 с.
3. Алексахин, Р.М. Прспективы использования радиационных технологий в агропромышленном комплексе Российской федерации / Р.М. Алексахин, Н.И. Санжарова, Г.В. Козьмин, А.Н. Павлов, С.А. Гераськин // Вестник РАЕН. – 2014. - № 1. – С. 78-85.
4. Алексеев, А.М. Водный режим растений и влияние на него засухи / А.М. Алексеев. - Казань: Татгосиздат, 1948. - 335 с.
5. Алов, А.С. Факторы эффективности удобрений: Биологические факторы / А.С. Алов. - М., 1965. - Ч. 1. - 187 с.
6. Альсмик, П.И. Селекция картофеля на повышение содержания сухих веществ в клубнях / П.И. Альсмик // Селекция и семеноводство картофеля, овощных, плодовых культур и винограда. - М.: Колос, 1972. - С. 29-33
7. Андрюшина, Н.А. Методика исследований по культуре картофеля / Н.А. Андрюшина, Н.С. Бацанов, Л.В. Будина, В.Ф. Гриневич, В.Ф. Ильин. - М.: ВНИИКХ, 1967. - 263 с.
8. Анненков, Б.Н. Основы сельскохозяйственной радиологии / Б.Н. Анненков, Е.В. Юдинцева. – М.: Агропромиздат, 1991. – 286 с.
9. Анисимов, Б.В. Картофелеводству – интенсивный путь развития / Б.В. Анисимов // Картофель и овощи. - 1996. - № 1. – С. 3.
10. Анисимов, Б.В. Каким сортам отдать предпочтение? / Б.В. Анисимов // Картофель и овощи. – 1996. - № 5. - С. 4–6.

11. Анисимов, Б.В. Сортовые ресурсы и передовой опыт производства картофеля / Б.В. Анисимов, Е.А. Симаков, А.В. Коршунов. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 348 с.
12. Анисимов, Б.В. Производство картофеля в Российской Федерации в 2006 г. / Б.В. Анисимов, В.С. Чугунов, О.Н. Шатилова // Картофель и овощи. – 2007. - № 2. - С. 2–3.
13. Анисимов, Б.В. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / Б.В. Анисимов, Г.Л. Белов, Ю.А. Варицев – М.: Картофелевод, 2009. - 270 с.
14. Арнаут, В.В. Биологические основы получения высоких урожаев картофеля : дис. ... канд. биол. наук / Арнаут Василий Васильевич. - М., 1949 г.
15. Арнаут, В.В. Биологические особенности картофельного растения в условиях высокой агротехники / В.В. Арнаут // Агроботаника. - Вып.1. - 1951. - С. 22-23.
16. Банадысев, С.А. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С.А. Банадысев, А.М. Старовойтов, И.И. Колядко, В.Л. Маханько, В.В. Фандо, Л.Н. Козлова. - Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2003. - 70 с.
17. Бердышев, А.П. Андрей Тимофеевич Болотов: Первый русский учёный агроном / А.П. Бердышев. - М.: Госсельхозиздат, 1949. - 184 с.
18. Бузовер, Ф.Я. К вопросу о физиологической характеристике картофельного растения / Ф.Я. Бузовер // Записки Харьковского СХИ. - 1957. - Том XIII (X). - 213 с.
19. Бурлаков, А.В. Современное состояние и перспективы развития производства картофеля и овощей в Пензенской области / А.В. Бурлаков // Картофель и овощи. – 2015. - № 9. – С. 2-7.
20. Бышов, Н.В. Математическая модель технологического процесса картофелеуборочного комбайна при работе в условиях тяжелых суглинистых почв / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.К. Рембалович [и др.] // Вестник РГАТУ. - 2014. - № 4. - С. 59–64.
21. Бышов, Н.В. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Н.И. Верещагин [и др.] // монография. - Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2015. - 304 с.

22. Верещагин, Н.И., Комплексная механизация возделывания, уборки и хранения картофеля / Н.И. Верещагин, К.А. Пшеченков. - М.: Колос, 1977. - 351 с.
23. Верещагин, Н.И. Уборка картофеля в сложных условиях / Н.И. Верещагин, К.А. Пшеченков, В.С. Герасимов. – М.: Колос, 1983. - 208 с.
24. Верещагин, Н.И. Современные машинные технологии производства картофеля / Н.И. Верещагин // Техника и оборудование для села. – 2004. - №8. - С. 16-19.
25. Верещагин, Н.И. Организация и технология механизированных работ в растениеводстве / Н.И. Верещагин, А.Г. Левшин, А.Н. Скороходов – 3 е изд. - М.: ИРПО, 2007. - 416 с.
26. Веселовский, И.А. Значение биохимических и анатомических показателей клубней и крахмала картофеля для определения их качества / И.А. Веселовский, Р. А. Черноусова, М.И. Бохонова // Записки ЛСХИ. - 1974. - Т. 238. - С. 3-10.
27. Власюк, П.А. Химический состав картофеля и пути улучшения его качества / П.А. Власюк, Н.Е. Власенко, В.Н. Мицко. - Киев: Наукова думка, 1979. - 193 с.
28. Воловик, А.С. Методика исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету / А.С. Воловик, Л.Н. Трофимец, А.Б. Долягин, В.М. Глёз. - М.: ВНИИКХ, 1995. - 105 с.
29. Волонкович, Э.В. Исследование влияния некоторых факторов на технологические свойства картофеля на примере сортов Московской области : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Волонкович Э.В. – М., 1971 г.
30. Вольпер, И.М. Картофель. История, применение, употребление / И.М. Вольпер, Я.И. Могидов – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 144 с.
31. Воробьёва, Т.Д. Влияние удобрений на сохраняемость картофеля сорта Приекульский ранний / Т.Д. Воробьёва, Т.Ф. Щенникова // Записки Ленинградского СХИ. - Л., 1971. - Т. 16. - С. 106-109.
32. Щенникова, Т.Ф. Влияние удобрений на урожай и качество картофеля при интенсивной технологии. Результаты разработки и внедрения элементов интенсивных технологий возделывания с.-х. культур в условиях Ивановской области / Т.Ф. Щенникова – Сб. научн. тр. Л., 1991. С. 36-40.

33. Гайдук, В.И. Формирование системы производственно-технологической инфраструктуры агропродовольственного рынка на примере Республики Адыгея / В.И. Гайдук, С.В. Баглеут, А.В. Кондрашёва // Краснодар: КубГАУ, 2014. - 118 с.
34. Горбачёв, И.В. Защита растений от вредителей / И.В. Горбачёв, В.В. Гриценко. – М.: Колос, 2002 – 472 с.
35. ГОСТ 26832-86. Картофель свежий для переработки на продукты питания. - М.: Министерство плодоовощного хозяйства СССР, 1986.
36. ГОСТ 29270-95. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения нитратов. - М.: ВНИИКОП, 1995.
37. Гридасов, И.И. Современное состояние и основные направления развития картофелеводства / И.И. Гридасов. - М.: Информагротех, 1996. - 40 с.
38. Гродзинский, Д.М. Радиобиология растений / Д.М. Гродзинский. – Киев: Наукова думка, 1989. – 384 с.
39. Гусев, С.А., Послеуборочная доработка и хранение картофеля / С.А. Гусев, В.И. Старовойтов. – М.: Московский Рабочий, 1989. – 133 с.
40. Давыденкова, О.Н. Влияние условий выращивания и хранения различных сортов картофеля на потребительские качества и продукты переработки: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Давыденкова Ольга Николаевна. – М., 2004 г.
41. Давыдовский, К. От чего зависит вкус картофеля? / К. Давыдовский // Картофельная система. – 2013. - № 1. – С. 12-17.
42. Джалиашвили, Д.С. Рекомендации по производству картофеля быстрозамороженного и в вакуумной упаковке / Д.С. Джалиашвили, К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев // Картофель и овощи. - 2015. - № 9. - С. 25-26.
43. Докшин, Я.В. Продуктивность сортов картофеля в зависимости от доз и способов внесения различных форм минеральных удобрений в условиях нечернозёмной зоны : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Докшин Яков Васильевич. – М., 2016 г.
44. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е издание, дополненное и переработанное / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

45. Дубинин, С.В. Как получить высокий урожай картофеля / С.В. Дубинин // Картофель и овощи. - 2013. - № 2. - С. 21-22.
46. Дубинин, С.В. Как получить высококачественный посевной материал картофеля? / С.В. Дубинин // Картофель и овощи. - 2014. - № 1. - С. 31.
47. Дубинин, С.В. Комплексная оценка сортов картофеля различной группы спелости. Картофелеводство. Сборник научных трудов ВНИИКХ Методы биотехнологии в селекции и семеноводстве картофеля / С.В. Дубинин, К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев. - М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2014. - С. 69-274.
48. Дубинин, С.В. Современные подходы к комплексной оценке сортов картофеля / С.В. Дубинин // Защита картофеля. - 2014. - № 1. - С. 6.
49. Дубинин, С.В. Гряды-короба: новая технология для высоких урожаев картофеля / С.В. Дубинин // Картофель и овощи. - 2014. - № 4. - С. 22-24.
50. Дубинин, С.В. Оценка сортов картофеля на пригодность к механизированной уборке / С.В. Дубинин, К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев // Картофель и овощи. - 2014. - № 11. - С. 34-36.
51. Дубинин, С.В. Сверххранний картофель / С. В. Дубинин, К.А, Пшеченков // Картофель и овощи. - 2014. - № 12. - С. 23.
52. Дубинин, С.В. Как определить потенциал сорта? / С.В. Дубинин, К.А, Пшеченков // Картофель и овощи. - 2014. - № 11. - С. 36.
53. Дубинин, С.В. Новая методика оценки сортов картофеля / С.В. Дубинин, К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев // Картофель и овощи. - 2015. - № 4. - С. 26-28.
54. Ерохин, В.Д. Зависимость выхода крахмала картофеля от гидротермических факторов / В.Д. Ерохин // Бюл. Всес. Ин-та растениеводства, 1972. – С. 63-66.
55. Жевора, С.В. Картофелеводство России: итоги, прогнозы, приоритеты развития отрасли. В сб.: Картофелеводство. Материалы научно-практической конференции, 9-10 июля 2018 г. Под редакцией С.В. Жеворы / С.В. Жевора, Б.В. Анисимов, Е.В. Овэс, Н.А. Янюшкина. - М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2018. – С. 3-15.
56. Жоровин, Н.А. Условия выращивания и потребительские качества картофеля / Н.А. Жоровин. – Минск: Ураджай. – 1977. – 175 с.

57. Жук, Л.И. Влияние минеральных и органических удобрений на биохимические особенности и пищевые качества клубней картофеля : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.101 / Жук Л.И . - Киев. - 1969. - 24 с.
58. Жук, Л.И. Влияние минеральных удобрений на пищевые качества клубней картофеля / Л.И. Жук, П.И. Гупало // Агрохимия. - 1970. - № 9. - С. 81-86.
59. Жуковский, Д.И. Задержка прорастания семенного картофеля при хранении / Д. И. Жуковский, Г. И. Матусевич, Ю. В. Ракитин // Сад и огород. - 1953. - № 9. - С. 56-59.
60. Зейрук, В.Н. Разработка и совершенствование технологического процесса защиты и хранения картофеля в Центральном регионе Российской Федерации: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук: 06.01.07 / Зейрук Владимир Николаевич. - М., 2015 г.
61. Зейрук, В.Н. Подготовка картофеля к хранению / В.Н. Зейрук, С.В. Васильева, К.А. Пшеченков // Защита и карантин растений. - 2016. - №11. - С. 36-39.
62. Землянская, Е.В. Механизмы регуляции передачи этиленового сигнала у растений / Е.В. Землянская, Н.А. Омелянчук, А.А. Ермаков, В.В. Миронова // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. - № 3. – С. 386-395 (doi: 10.18699/VJ15.105).
63. Ильин, В.Ф. Водный режим картофеля / В.Ф. Ильин // Картофель и овощи. - 1963. - № 6. - С. 15-17.
64. Ионова, А.М. Изменение качества очищенного картофеля при хранении Текст. / А.М. Ионова, П.С. Бруев // Хранение плодоовощной продукции и картофеля. В сб. науч. тр. ВАСХНИЛ - М., 1983. - С. 67 - 73.
65. Ионова, А.М. Влияние метеорологических условий выращивания на качество и сохраняемость картофеля / А.М. Ионова, Л.Р. Романчук // Хранение и переработка картофеля, овощей, плодов и винограда. – М.: Колос, 1979. - С. 96-106.
66. Ионова, А.М. Продление сроков хранения очищенного картофеля Текст. / А.М. Ионова, П.С. Бруев // Консервная и овощесушильная промышленность. 1982. - № 7. - С. 19 - 20.
67. Ионова, А.М. Об исследовании сохранности качества картофеля в очищенном от кожицы виде Текст. / А.М. Ионова, П.С. Бруев // Товароведение пищевых продуктов. Межвуз. сб. науч. тр., - М., 1983. - С. 92-101.

68. Ионова, Н.Т. Производство продуктов питания из картофеля (экономика, технология, оборудование) Текст. / Н.Т. Ионова, В.Т. Кабанов и др.; под ред. Р.В. Самойлова. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. - 192 с.
69. Ищенко, Е.П. Конструирование рецептур пищевых продуктов: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии в области холодильного хранения и переработки пищевых продуктов» / Е.П. Ищенко, С.В. Кицук. - М., 15-16 сентября 2008. - С. 88-89.
70. Канатьева, А.В. Анализ технологий возделывания картофеля в сложных почвенно-климатических условиях Российской Федерации / А.В. Канатьева, Д.А. Морозов, А.В. Кондрашов // Молодой учёный. - 2017. - № 11.3 (145.3). - С. 10-12.
71. Карманов, С.Н. Влияние удобрений на урожай и качество картофеля / С.Н. Карманов // Известия ТСХА. - 1961. - № 6. - С. 43.
72. Карманов, С.Н. Методические указания по экологическому сортоиспытанию картофеля / С.Н. Карманов, А.И. Кустарев, Б.П. Назаренко, М.Ф. Черникова, И.М. Яшина. - М.: ВАСХНИЛ, 1983. - 14 с.
73. Карманов, С.Н. Как удобрять картофель / С.Н. Карманов, В.П. Кирюхин, А.В. Коршунов // Сельское хозяйство России. - 1988. - № 11. - С. 20.
74. Кашина, Ю.Г. Реакция сортов картофеля на погодные условия / Ю.Г. Кашина, К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев // Картофель и овощи. – 2012. - № 5. – С. 5.
75. Кирюхин, В.П. Методические указания по определению углеводов и витаминов в картофеле / В.П. Кирюхин, Е.А. Ладыгина, В.П. Князева. - М.: ВАСХНИЛ, 1980. - 44 с.
76. Кирюхин, В.П. Методические указания по оценке сортов картофеля на пригодность к промышленной переработке / В.П. Кирюхин, М.М. Чеголина. - М.: ВАСХНИЛ, 1983. - 53 с.
77. Кирюхин, В.П. Методические указания по определению фосфорсодержащих соединений картофеля / В.П. Кирюхин, В.П. Князева. - М.: ВАСХНИЛ, 1983. - 26 с.

78. Кирюхин, В.П. Методика физиолого-биохимических исследований картофеля / В.П. Кирюхин, Е.А. Ладыгина, М.М. Чеголина, А.В. Парфёнова. - М.: ВНИИКХ, Госагропром, 1989. - 142 с.
79. Кислякова, Т.Е. Влияние температурно-световых и почвенных условий на клубнеобразование, накопление и качество крахмала в картофеле / Т.Е. Кислякова // Физиологические вопросы северного растениеводства. - М., 1965. - С. 45-51.
80. Ковганько, В.Е. Производство гарнирного и хрустящего картофеля из сухого пюре / В.Е. Ковганько // ЦНИИТЭИпищепром. - 1979. - Вып. 10. - С. 129.
81. Козлова, Л.Н. Белорусские сорта картофеля, пригодные для вакуумирования / Л.Н. Козлова, В.Л. Маханько, Л.В. Незаконова, Г.И. Пискун // Белорусское сельское хозяйство. - 2016. - № 3. - С. 60-63.
82. Кодекс Алиментариус. Облученные продукты питания. Совместная программа ФАО/ВОЗ по стандартам на пищевые продукты.- М.: Весь Мир, 2007. - 21 с.
83. Козьмин, Г.В. Применение ионизирующих и неионизирующих излучений в агробитехнологиях / Г.В. Козьмин, А.А. Зейналов, А.П. Коржавый, В.Н. Тихонов, П.Н. Цыгвинцев. – Обнинск: ВНИИСХРАЭ, 2013. – 191 с.
84. Колчин, Н.Н. Хранение картофеля: состояние и перспективы развития / Н.Н. Колчин, С.Л. Фомин // Картофель и овощи. - 2006. - №1. - С. 28 – 31.
85. Колчин, Н.Н. Специальная техника для производства картофеля в хозяйствах малых форм / Н.Н. Колчин, Н.В. Бышов, С.Н. Борячев [и др.] // Тракторы и сельхозмашины - 2012. - № 5. - С. 48–55.
86. Коршунов, А.В. Влияние удобрений на рост и продуктивность картофеля при возделывании его в условиях чередования, повторных посадок в севообороте и бессменно : дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Коршунов Александр Васильевич. - М., 1968 г.
87. Коршунов, А.В. Повышение эффективности удобрений под картофель / А. В. Коршунов // Научные труды ВНИИ картофельного хозяйства. – М.: НИИКХ, 1982. – Вып. 39. – С. 3-24.
88. Коршунов, А.В. Содержание нитратов в клубнях можно снизить / А.В. Коршунов // Картофель и овощи. – 1986. - № 6. – С. 20-21.

89. Коршунов, А.В. Когда нитраты нейтральны / А.В. Коршунов // Нечерноземье. – 1988. - № 5. – С. 17-19.
90. Коршунов, А.В. Управление величиной и качеством урожая картофеля при интенсивной технологии возделывания : дис. ... докт. с.-х. наук : 06.01.09 / Коршунов Александр Васильевич. - М., 1989. - 435 с.
91. Коршунов, А.В. Нитраты и картофель / А.В. Коршунов, А.В. Назаров // Химизация сельского хозяйства. – 1989. - № 8. – С. 17-19.
92. Коршунов, А.В. Управление содержанием нитратов в картофеле (рекомендации) / А.В. Коршунов. - М.: Центр научно-технической информации, пропаганды и рекламы. - 1992. - 29 с.
93. Коршунов, А.В. Управление урожаем и качеством картофеля / А.В. Коршунов. – М.: ВНИИКХ, 2001. – 367 с. 101.
94. Коршунов, А.В. Возрождение картофелепродуктового подкомплекса АПК России и Белоруссии / А.В. Коршунов, В. В. Тульчеев // Картофель и овощи. – 2003. – № 7. – С. 2-4.
95. Коршунов, А.В. Управление содержанием крахмала в картофеле / А.В. Коршунов, Г.И. Филиппова, Н.А. Гаитова, А.В. Митюшкин, Л.Н. Кутовенко // Аграрный вестник Урала. – 2011. - № 2 (81). – С. 47-50.
96. Кузин, А.М. Проблема малых доз и идеи гормезиса в радиобиологии / А.М. Кузин // Радиобиология. – 1991. – Т. 31, Вып. 1. – С. 16-21.
97. Кукреш, Н.П. Влияние минеральных удобрений на урожай и химический состав картофеля / Н.П. Кукреш // Тр. ВИУА. - 1980. - № 61. - С. 105-108.
98. Ловкис, З.В. Картофель и картофелепродукты: наука и технология / З.В. Ловкис, В.В. Литвяк, А.М. Мазур, И.М. Почицкая, Н.Н. Петюшев / РУП НПЦ НАН Беларуси по продовольствию. – Минск.: Беларус. навука, 2008. – 537 с.
99. Лорх, А.Г. Биология картофеля и управление его ростом и развитием / А.Г. Лорх // Доклады Московской Ордена Ленина сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева. Выпуск III под ред. Г.М. Лоза. – М.: Красное знамя, 1946. – С 26-27.
100. Лорх, А.Г. Динамика накопления урожая / А.Г. Лорх. – М.: Сельхозгиз, 1948. – 191 с.

101. Лорх, А.Г. О картофеле / А.Г. Лорх. – М.: Сельхозгиз, 1960. - 125 с.
102. Луговая, Н.П. Влияние технологической обработки на влагоудерживающую способность картофеля и замороженных картофелепродуктов: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии в области холодильного хранения и переработки пищевых продуктов» / Н.П. Луговая. - М., 15-16 сентября 2008. - С. 155-156.
103. Луговая, Н.П. Влияние предварительной обработки на качество замороженного картофеля: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии в области холодильного хранения и переработки пищевых продуктов» / Н.П. Луговая, Н.В. Белоусова - М., 15-16 сентября 2008. - С. 157-158.
104. Луковникова, Г.А. Биохимическое изучение овощных растений в связи с их использованием и селекцией на химический состав почвах : автореф. дис. ... докт. биол. наук : 03.00.12 / Луковникова Галина Александровна - Ленинград, 1973 г.
105. Мазур, А.М. Развитие овощесушильной промышленности и производства картофелепродуктов / А.М. Мазур // ЦНИИТЭИпищепром. - 1981. - Вып. 9. - С. 32.
106. Мазур, А.М. Машины и оборудование для переработки картофеля. Монография / А.М. Мазур. - М., 1999. - С. 76.
107. Максимова, Е. Строительство хранилищ - в начале пути. В России не хватает современных складских мощностей на 5,0 млн. т. / Е. Максимова // Агроинвестор. – 2017. - № 11. - С. 23-28.
108. Мальцев, В.Т. Влияние азотных удобрений на хранение картофеля и кулинарные качества его при возделывании на серых лесных среднесуглинистых почвах / В.Т. Мальцев // Рациональная система удобрения в севооборотах Восточной Сибири. - Иркутск, 1973. - С. 59-68.
109. Мальцев, С.В. Влияние условий выращивания и хранения сортов картофеля различной группы спелости на урожайность, период покоя и пригодность к переработке : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / Мальцев Станислав Владимирович. - М., 2007 г.
110. Мальцев, С.В. Биохимические показатели клубней и качество картофелепродуктов в зависимости от условий выращивания и технологии хранения.

- Картофелеводство. Результаты исследований, инноваций, практический опыт / С.В. Мальцев, К.А. Пшеченков. - М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2008. - Том 2. - С. 236-242.
111. Мальцев С.В. Урожайность различных сортов картофеля в зависимости от метеоусловий периода вегетации и температуры хранения семенного материала / С.В. Мальцев, К.А. Пшеченков. Картофелеводство. Результаты исследований, инноваций, практический опыт. - М.: ВНИИКХ, 2008. - Том 2. - С. 227-235.
112. Мальцев, С.В. Обработка клубней ингибитором прорастания снижает потери при хранении / С.В. Мальцев, К.А. Пшеченков // Картофель и овощи. - 2009. - № 1. - С. 9.
113. Мальцев, С.В. Сорта для получения картофеля быстрозамороженного и в вакуумной упаковке / С.В. Мальцев, К.А. Пшеченков // Картофель и овощи. - 2010. - № 5. - С. 7.
114. Мальцев, С.В. Диагностика развития растений картофеля в период вегетации / С.В. Мальцев, К.А. Пшеченков // Защита картофеля. - 2011. - № 2. - С. 26-28.
115. Мальцев, С.В. Современная технология хранения картофеля, предназначенного для переработки на обжаренные картофелепродукты. В сб.: Картофелеводство. Материалы научно-практической конференции. Под редакцией С.В. Жеворы / С.В. Мальцев, К.А. Пшеченков. - М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2017. – С. 313-320.
116. Мальцев, С.В. Пригодность очищенного картофеля к вакуумной упаковке и быстрой заморозке / С.В. Мальцев // Картофель и овощи. – 2018. - № 4. – С. 27-30 (doi: 10.25630/PAV.2018.4.17627).
117. Мальцев, С.В. Применение ингибиторов при хранении клубней на хрустящий картофель / С.В. Мальцев // Картофель и овощи. – 2018. - № 12. – С. 6-9.
118. Мальцев, С.В. Влияние химических и физических методов воздействия на клубни картофеля различного назначения при хранении. В сб.: Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы / С.В. Мальцев, К.А. Пшеченков, В.Н. Зейрук. - Обнинск: ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2018. - С. 285-289.

119. Массимо, М. Голод и изобилие. История питания в Европе / М. Массимо. - М.: Александрия, 2009. - 129 с.
120. Маханов, Н.М. Производство картофелепродуктов. Справочник / Н.М. Маханов, А.М. Мазур, Р.Л. Ковганко. - М.: Агропромиздат, 1987. - 246 с.
121. Мелёшина, О.В. Создание исходного материала картофеля для селекции на пригодность к переработке на хрустящий картофель : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / Мелёшина Ольга Викторовна - М., 2014 г.
122. Метлицкий, Л.В. Основы биохимии и технологии хранения картофеля Текст. / Л.В. Метлицкий. М., 1972. - 210 с.
123. Метлицкий, Л.В. Основы биохимии плодов и овощей Текст. / Л.В. Метлицкий. М.: Экономика, 1976. - 349 с.
124. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Московской области. О реконструкции овощехранилищ и картофелехранилищ, преимущество, эффективность, господдержка, 2017 г. [Электронный ресурс]. URL: http://www.mosoblduma.ru/upload/site1/document_file/OVOSchEHRANILISchA.pdf (дата обращения: 15.05.2018).
125. Михайлюта, Л.В. Быстрая заморозка в области переработки и хранения сельскохозяйственной продукции: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии в области холодильного хранения и переработки пищевых продуктов» / Л.В. Михайлюта, Г.Н. Павлова. - М., 15-16 сентября 2008. - С. 171-173.
126. Муминов, Ф.А. Тепловой баланс и метеорологический режим картофельного поля / Ф.А. Муминов. - Л.: Гидрометеиздат, 1963. - 150 с.
127. Наумов, В.И. Картофелеводство США / В.И. Наумов, Д.Е. Цыварёв, Д.В. Заикин. – М.: Россельхозиздат, 1981. – 140 с.
128. Незаконова, О.Б. Сортвые особенности формирования показателей качества клубней картофеля на различных по механическому составу почвах : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / Незаконова Ольга Борисовна. - Самохваловичи, Минский р-н, 2013 г.

129. Нормы технологического проектирования предприятий по производству картофелепродуктов. - М., 2005. - С. 80-91, 116-119.
130. Перцева, Е. Вкусный атом: продукты питания начнут облучать в 2020 году / Е. Перцева // Газета «Известия». [Электронный ресурс]. URL: <https://iz.ru/804653/evgeniia-pertceva/vkusnyi-atom-produkty-pitaniia-nachnut-obluchat-v-2020-godu> (дата обращения: 31.10.2018).
131. Пестова, Е.П. Новые технологии переработки картофеля / Е.П. Пестова // Картофель и овощи. - 2014. - № 1. - С. 56-58.
132. Петин, В.Г. Радиационный гормезис при действии малых доз ионизирующего излучения / В.Г. Петин, М.Д. Пронкевич. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2012 г.
133. Пиневиц, А.В. Микробиология: Биология прокариотов, том I / А.В. Пиневиц. – СПб: изд-во С.-Петербур. ун-та, 2006. – 352 с.
134. Писарев, Б.А. Удобрение и сохраняемость картофеля / Б.А. Писарев, С.А. Гусев, В.В. Оберг // Картофель и овощи. - 1976. - № 3. - С. 17.
135. Писарев, Б.А. Книга о картофеле / Б.А. Писарев. - М.: Моск. Рабочий, 1977. - 232 с.
136. Пихо, А.П. Влияние удобрений на урожай и качество картофеля в Эстонской ССР / А.П. Пихо // Тезисы Всесоюзной научно-технической конференции «Химизация растениеводства и качество с.-х. продукции». - М., 1972. - Ч. 2. - С. 18-32.
137. Плешков, Б.П. Действие удобрений на белки в клубнях / Б.П. Плешков, Тавровская О. Л. // Картофель и овощи. - 1964. - № 3. - С. 14-15.
138. Плешков, Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б.П. Плешков. - М.: Колос, 1965. - 444 с.
139. Плешков, Б.П. Влияние условий питания азотом и фосфором на содержание азотистых веществ в клубнях картофеля / Б.П. Плешков, Тавровская О.Л. // Известия ТСХА. - 1965. - Вып. 4. - С. 96-104.

140. Полищук, С.Ф. Комплекс мероприятий по сохранению продовольственных и семенных качеств картофеля / С.Ф. Полищук // Хранение и переработка картофеля, овощей, плодов и винограда. – М.: Колос, 1979. – С. 87-92.
141. Поправко, М.И. До питання селекції ранніх сортів з високим вмістом крохмалю й білка / М.И. Поправко // Картоплярство. - 1970. - № 1. С. 24-27.
142. Постников, А.Н. Картофель. 2-е изд. перераб. и доп. / А.Н. Постников, Д.А. Постников. – М.: ФГОУ ВПО МСХА им. К.А. Тимирязева, 2006. – 160 с.
143. Прибоченков, В.К. Биохимия и хранение картофеля / В.К. Прибоченков // Земля Сибирская, дальневосточная. – 1973. - № 2. – С. 12-15.
144. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 28 августа 2006г. № 268 «Нормы естественной убыли массы картофеля при хранении навалом». - М.: Минсельхоз РФ, 2006. - 14 с.
145. Прямов, С.Б. Эффективность выращивания картофеля при орошении (на примере ЗАО «Озёры» Озёрского р-на Московской обл.). В сб.: Современная индустрия картофеля: состояние и перспективы развития. Материалы VI межрегиональной научно-практической конференции / С.Б. Прямов, К.А. Пшеченков, Е.А. Симаков, С.В. Мальцев. - Чебоксары, 2014. - С. 191-193.
146. Прямов, С.Б. Обоснование типа картофелеуборочного комбайна при выращивании картофеля на суглинистых почвах. В сб.: Современная индустрия картофеля: состояние и перспективы развития. Материалы VI межрегиональной научно-практической конференции / С.Б. Прямов, К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев, Е.А. Симаков, Н.Н. Колчин - Чебоксары, 2014. - С. 233-237.
147. Прямов, С.Б. Выращивать картофель при орошении выгодно / С.Б. Прямов, К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев // Картофель и овощи. - 2014. - № 2. - С. 30-31.
148. Прямов, С.Б. Эффективность уборки картофеля комбайнами различных типов / С.Б. Прямов, К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев, Е.А. Симаков, Н.Н. Колчин // Картофель и овощи. - 2014. - № 9. - С. 26-29.
149. Прямов, С.Б. Усовершенствование технологии выращивания, уборки, хранения и товарной подготовки картофеля в условиях крупнотоварного

- производства при орошении.: дис. ... канд. с.-х. наук: 05.20.01 / Прямов Сергей Борисович. – М., 2016 г.
150. Прянишников, Д.Н. Избранные сочинения: в 3 т / Д.Н. Прянишников - М.: Колос, 1965. - Т. 1: Агрохимия - 767 с.
151. Путц, Б. Переработка картофеля / Б. Путц, Ф. Рёберс, П. Ветцольд. - М.: Пищевая промышленность, 1979. - 85 с.
152. Пшеченков, К.А. Индустриальная технология производства картофеля / К.А. Пшеченков – М.: Россельхозиздат, 1985. - 239 с.
153. Пшеченков, К.А. Интенсивная технология производства картофеля : учебное пособие / К.А. Пшеченков – М.: Росагропромиздат, 1989. - 304 с.
154. Пшеченков, К.А. Научные основы технологии механизированного возделывания и уборки картофеля. : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / Пшеченков Константин Александрович. - М., 1991. - 74 с.
155. Пшеченков, К.А. Методические указания по технологии хранения картофеля различного назначения / К.А. Пшеченков, В.Н. Зейрук, И.И. Сидякина, П.П. Гудкова, З.В. Сазонова. - М.: ВНИИКХ, 2002. - 20 с.
156. Пшеченков, К.А. Типы картофелехранилищ и систем вентиляции. Сборник трудов РУП НПЦ «НАН Беларуси по картофелеводству и овощеводству» / К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев, С.Б. Прямов. - Самохваловичи, 2006. - С. 22-25.
157. Пшеченков, К.А. Влияние осенней обработки клубней картофеля защитно-стимулирующими веществами на лёжку при хранении и урожайность в последствии / К.А. Пшеченков, В.Н. Зейрук, В.И. Седова, С.В. Мальцев // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2007. - № 1. - С. 20-22.
158. Пшеченков, К.А. Период покоя клубней и определяющие его факторы / К.А. Пшеченков, В.Н. Зейрук, С.В. Мальцев // Защита и карантин растений. – 2007. - № 8. – С. 54-55.
159. Пшеченков, К.А. Технологии хранения картофеля / К.А. Пшеченков, В.Н. Зейрук, С.Н. Еланский, С.В. Мальцев. – М: Картофелевод, 2007. - 192 с.

160. Пшеченков, К.А. Экспресс-метод определения содержания редуцирующих сахаров / К.А. Пшеченков, О.Н. Давыденкова // Картофель и овощи.- 2008.- № 7. С. 16-17.
161. Пшеченков, К.А. Технология посадки картофеля / К. А. Пшеченков, С. В. Мальцев // Картофель и овощи. - 2008. - № 2. - С. 9-10.
162. Пшеченков, К.А. Методические указания по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению / К.А. Пшеченков, О.Н. Давыденкова, В.И. Седова, С.В. Мальцев, Б.А. Чулков. - М.: ВНИИКХ, 2008. - 39 с.
163. Пшеченков, К.А. Влияние обработки клубней защитно-стимулирующими средствами на лёжкость картофеля при хранении и урожайность в последствии / К.А. Пшеченков, В.Н. Зейрук, С.В. Мальцев, Б.А. Чулков // Картофелеводство. Результаты исследований, инноваций, практический опыт. - М.: ВНИИКХ, 2008. - Том 2. - С. 219-227.
164. Пшеченков, К.А. В засушливое лето полив хорошо окупается / К.А. Пшеченков, В.И. Седова, А.Э. Шабанов, С.В. Мальцев // Картофель и овощи. - 2008. - № 4. - С. 11.
165. Пшеченков, К.А. Очищенный картофель можно хранить в вакуумной упаковке / К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев // Картофель и овощи. - 2008. - № 7.- С. 10.
166. Пшеченков, К.А. Методические рекомендации по технологии хранения различных сортов картофеля / К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев. - М.: Россельхозакадемия, ВНИИКХ, 2010. - 30 с.
167. Пшеченков, К.А. Особенности технологии хранения картофеля различного назначения. Учебно-методическое пособие / К.А. Пшеченков, Г.М. Сариев, С.В. Мальцев, ФГОУ ДПОС АПК, 2010. - 86 с.
168. Пшеченков, К.А. Оценка сортов картофеля селекции ВНИИКХ на пригодность к промпереработке / К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев // Защита картофеля. - 2011. - №1. - С. 38-40.
169. Пшеченков, К.А. Энергосберегающие вентиляторы и системы управления микроклиматом в хранилищах / К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев, С.И. Ключев // Картофель и овощи. – 2011. - № 7. – С. 9.

170. Пшеченков, К.А. Технологии и средства механизации для уборки и послеуборочной доработки картофеля / К.А. Пшеченков, Н.Н. Колчин, С.В. Мальцев // Картофель и овощи. – 2012. - № 5. – С. 8-10.
171. Пшеченков, К.А. Тип картофелехранилища и систему вентиляции необходимо выбирать, учитывая конкретные условия производства / К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев, С.Б. Прямов // Картофель и овощи. - 2012. - № 7. - С.7-10.
172. Пшеченков, К.А. Инновационный технологический процесс возделывания и уборки картофеля для предприятий крупнотоварного производства / К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев, Е.А. Симаков, Н.Н. Колчин, С.Б. Прямов, В.Н. Романюк. - М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2013. - 38 с.
173. Пшеченков, К.А. Оценка сортов картофеля по комплексу технологических показателей на лёжкость при хранении и пригодность к переработке на картофелепродукты. В сборнике «Состояние и перспективы инновационного развития современной индустрии картофеля. Материалы V межрегиональной научно-практической конференции» / К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев. С.В. Дубинин - Чебоксары, 2013. - С. 245-248.
174. Пшеченков, К. А. Уборка, послеуборочная доработка и хранение семенного картофеля / К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2015. - № 55. - С. 209-212.
175. Пшеченков, К.А. Особенности технологии хранения картофеля, конструкции хранилищ и применяемых систем вентиляции в условиях Крайнего Севера. В сборнике: Картофелеводство. История развития и результаты научных исследований по культуре картофеля / К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев, С.И. Клюев. - М.: ВНИИКХ, 2015. - С. 324-329.
176. Пшеченков, К.А. Оптимизация технологии подготовки почвы и способа внесения минеральных удобрений под картофель / К.А. Пшеченков, А.В. Смирнов // Достижения науки и техники АПК. – 2016. - № 3. – С. 30-32.
177. Пшеченков, К.А. Картофель: убрать эффективно / К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев, Д.Г. Семёнов // Картофель и овощи. – 2016. - № 9. – С. 24-26.

178. Пшеченков, К.А. Картофель на суглинистой почве / К.А. Пшеченков, А.В. Смирнов // Картофель и овощи. – 2016. - № 12. – С. 24-25.
179. Пшеченков, К.А. Хранение картофеля / К.А. Пшеченков, В.Н. Зейрук, С.В. Еланский, С.В. Мальцев, С.Б. Прямов – М.: Агроспас, 2016. – 144 с.
180. Пшеченков, К.А. Технология выращивания и уборки картофеля в Центральном регионе России. В сб.: Картофелеводство. Материалы научно-практической конференции. Под редакцией С.В. Жеворы / К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев. - М.: ФГБНУ ВНИИКС, 2017. - С. 48-59.
181. Пшеченков, К.А. Технология уборки, послеуборочной доработки и хранения семенного картофеля. В сб.: Картофелеводство. Материалы научно-практической конференции. Под редакцией С.В. Жеворы / К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев. - М.: ФГБНУ ВНИИКС, 2017. - С. 313-320.
182. Пшеченков, К.А. Технология посадки картофеля на суглинистых почвах в Центральном регионе России / К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев, А.В. Смирнов // Картофель и овощи. – 2017. - № 9. – С. 33-37.
183. Пшеченков, К.А. Уборка картофеля / К.А. Пшеченков, Г.Л. Белов, С.В. Мальцев, А.В. Смирнов // Земледелие. – 2018. - № 5. – С. 23-26.
184. Пшеченков, К.А. Качество столового картофеля и продуктов его переработки в зависимости от сорта, типа почвы и условий хранения / К.А. Пшеченков, В.Н. Зейрук, С.В. Мальцев, Г.Л. Белов // Земледелие. – 2018. - № 5. – С. 27-30.
185. Пшеченков, К.А. Уборка картофеля / К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев, А.В. Смирнов // Сельский механизатор. - 2018. - № 9. - С. 12-17.
186. Пшеченков, К.А. Технология комбайновой уборки картофеля на суглинистых почвах в Центральном регионе России / К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев, А.В. Смирнов // Картофель и овощи. - 2018. - № 4. - С. 19-21 (doi: 10.25630/PAV.2018.4.17625).
187. Пугачёв, А.Н. Технология возделывания и поточной уборки картофеля / А.Н. Пугачёв, К.А. Пшеченков. - М.: Бюро технической информации и рекламы, 1965. - 108 с.

188. Равич, Д. Хранение картофеля и лука. Технология Restrain: современно, экологично, выгодно / Д. Равич // Картофельная система. – 2016. - № 3. – С. 10-11.
189. Равич, Д. Технология Restrain: азбука хранения / Д. Равич // Картофельная система. – 2018. - № 3. – С. 10-11.
190. Равич, Д. Технология Restrain: Этилен для хранения картофеля и лука / Д. Равич // Картофельная система. – 2018. - № 4. – С. 10-11.
191. Рембалович, Г.К. Анализ эксплуатационно-технологических требований к картофелеуборочным машинам и показателей их работы в условиях рязанской области / Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, А.А. Голиков, Р.В. Безносок [и др.] // Вестник РГАТУ. - 2013. - № 1 (17). - С. 64–68.
192. Рослов, Н.Н. Хранение, обработка и переработка картофеля и овощей / Н.Н. Рослов. – Орёл: Гипронисельпром, 2002. - 229 с.
193. Рубин, Б.А. Действие ионизирующей радиации на клубни картофеля / Б.А. Рубин, А.В. Михеева // Биохимия плодов и овощей.- М.: АН СССР, 1959.- № 5. - С. 102.
194. Рубин, Б.А. Физиология сельскохозяйственных растений. Том XII / Б.А. Рубин, С.С. Андреев, Н.С. Туркова, А.Н. Белозёрский, П.А. Генкель, А.И. Опарин, Н.Г. Потапов, И.А. Чернавина. – М.: МГУ, 1971. – 375 с.
195. Румянцев, Е.В. Химические основы жизни / Е.В. Румянцев, Е.В. Антипа, Ю.В. Чистяков. – М.: Химия, Колос, 2007. – 560 с.
196. Свейн, Г.В. Биохимические факторы качества картофеля / Г.В. Свейн, Д. Ч. Хьюз, Д.Лайнхан // Рост и развитие картофеля / пер. с англ. Н.А. Емельяновой; под общ. ред. В.П. Кирюхина. - М., 1966. - С. 201-224.
197. Седова, В.И. Оценка сортов картофеля селекции ВНИИКС на пригодность к переработке на обжаренные картофелепродукты и сухое картофельное пюре / В.И. Седова, К.А. Пшеченков, З.В. Сазонова, С.В. Мальцев // Картофелеводство. Результаты исследований, инноваций, практический опыт. - М.: ВНИИКС, 2008. Том 1. - С. 247-253.
198. Седова, В.И. Сорта селекции ВНИИКС / В.И. Седова, О.Н. Давыденкова, С.В. Мальцев // Картофель и овощи. – 2008. - № 7. – С. 9-10.

199. Серпова, О.С. Ресурсосберегающие технологии переработки картофеля: научный аналитический обзор / О.С. Серпова, Л.А. Борченкова. - М.: ФГНУ Росинформагротех, 2009. - 84 с.
200. Симаков, Е.А. Картофель на переработку / Е.А. Симаков, А.А. Молявко. - Брянск: ГУП «БОПО», 2007. - 49 с.
201. Симаков, Е.А. Сорта картофеля, возделываемые в России. Каталог / Е.А. Симаков, Б.В. Анисимов, С.Н. Еланский, В.Н. Зейрук, М.А. Кузнецова, С.В. Мальцев, К.А. Пшеченков, Н.П. Склера, С.Ю. Спиглазова, И.М. Яшина - М.: Агротех, 2010. - 128 с.
202. Симаков, Е.А. Методические положения по проведению оценки сортов картофеля на испытательных (тестовых) участках / Е.А. Симаков, Б.В. Анисимов, А.Э. Шабанов. - М.: ВНИИКС, 2013. - 15 с.
203. Симаков, Е.А. Индустрия картофеля / Е.А. Симаков, В.И. Старовойтов, Б.В. Анисимов, В.Н. Зейрук. - М., 2013. - 272 с.
204. Соболев, С.Л. Агробиологические основы высоких урожаев картофеля / С.Л. Соболев. - Л.: Лениздат, 1959. - 54 с.
205. Старовойтов, В.И. Картофель для промпереработки / В.И. Старовойтов. - М.: Сельскохозяйственный оптовик, 2001. - № 6. - С. 18-21.
206. Старовойтов, В.И. Картофель России (Монография) / В.И. Старовойтов, А.В. Коршунов. - М.: Изд-во Достижения науки и техники АПК, 2003. - 321 с.
207. Стрельникова, Б.Д. Гидразид малеиновой кислоты как средство задержки прорастания клубней картофеля : дис. канд. с.-х. наук : 06.01.09 / Стрельникова Б.Д. - М., 1970 г.
208. Сухова, Л.С. Регуляция покоя клубней картофеля с помощью продуцента этилена - гидрола : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.04 / Сухова Людмила Сергеевна. - М., 1982 г.
209. Сухоиванов, В.А. Влияние удобрений на урожай и содержание крахмала в клубнях картофеля / В.А. Сухоиванов // Тезисы докладов «Химизация растениеводства и качество с.-х. продукции», М., 1972. - ч. 2. - С. 3-8.

210. Сухоиванов, В.А. Удобрение картофеля. Дозы и способы внесения минеральных удобрений / В.А. Сухоиванов. - М.: Колос, 1974. - С. 75-86.
211. Сухоиванов, В.А. Удобрение картофеля и овощей / В.А. Сухоиванов, В.А. Борисов. - М.: Россельхозиздат, 1974. - С. 21-23.
212. Сущинская, Е.К. Условия увлажнения и крахмалистость клубней / Е.К. Сущинская // Картофель и овощи. – 1972. - № 10. – С. 23-25.
213. Тамман, А.И. Удобрение картофеля в Нечернозёмной полосе и на оподзоленных чернозёмах / А.И. Тамман. - М.: Изд-во с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1963. - С. 109-134.
214. Тарасов, М.П. Влияние удобрений на формирование урожая картофеля / М.П. Тарасов // Научные труды СЗНИИСХ. - 1966. - Вып. 10.
215. Тимирязев, К.А. Земледелие и физиология растений: сборник общедоступных лекций / К.А. Тимирязев. - М.: Типо-литография товарищества И.Н. Кушнерев и К⁰, 1906. - 356 с.
216. Трубилин, А.И. Организация хранения плодово - ягодной продукции в Краснодарском Крае / А.И. Трубилин, В.И. Гайдук, А.В. Кондрашёва // АПК Экономика, управление. - 2015. - № 8. - С. 59 - 64.
217. Туболев, С.С. Применение машинных технологий производства картофеля в России / С.С. Туболев // Картофель и овощи. - 2007. - № 5. - С. 2–4.
218. Туболев, С.С. Машинные технологии и техника для производства картофеля / С.С. Туболев, С.И. Шеломенцев, К.А. Пшеченков - М.: Агроспас, 2010. - 316 с.
219. Туболев, С.С. Инновационные машинные технологии в картофелеводстве России / С.С. Туболев, Н.Н. Колчин, Н.В. Бышов [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. - 2012. - № 10. - С. 3-5.
220. Туболев, С.С. Развитие отечественного с.-х. машиностроения определяет будущее России / С.С. Туболев, Н.Н. Колчин, Н.В. Бышов, Ю.А. Боковский // Картофель и овощи. – 2018. - № 4. - С. 6-10.
221. Тульчеев, В.В. Организационно – экономические основы развития рынка картофеля и продуктов его переработки в России и в мире / В.В. Тульчеев, Д.Н. Лукин – М.: 2008. - 273 с.

222. Тульчеев, В.В. Мировой рынок картофеля / В.В. Тульчеев, О.М. Ягфаров // АПК: Экономика, управление. - 2014. - № 5. - С. 57-64.
223. Тульчеев, В.В. Агропромышленный комплекс - локомотив продовольственной безопасности России / В.В. Тульчеев, С.В. Жевора, Н.Н. Гордиенко // АПК: экономика, управление. - 2018. - № 2. - С. 4-14.
224. Уайтхед, Т. Картофель / Т. Уайтхед, Т. Мак-Интош, У. Финдлей. – М.: Изд-во иностр. лит., 1955. – 65 с.
225. Федорец, Б.П. Влияние температуры почвы в период вегетации растений картофеля на прорастание клубней при хранении / Б.П. Федорец // Картофелеводство. - Минск, 1975. - Вып. 6. – С. 121-123.
226. Федорец, Б.П. Прогнозирование продолжительности покоя и температуры хранения картофеля / Б.П. Федорец // Картофелеводство. - Минск, 1976. - Вып. 7. - С. 92-95.
227. Федорец, Б.П. Лёжка клубней картофеля при вентиляции их морозным воздухом / Б.П. Федорец // Картофелеводство. - Минск, 1986. - Вып. 13. – С. 45-47.
228. Федотова, Л.С. Нитраты в картофеле как показатель минерального питания и зрелости продукции / Л.С. Федотова, Н.А. Тимошина // Достижения науки и техники АПК. – 2004. - № 8. – С. 11-13.
229. Федотова, Л.С. Экономические и эколого-агрохимические аспекты комплексного применения агрохимических средств в картофелеводстве России / Л.С. Федотова, В.Н. Темников, Н.А. Зеленов // Агрохимический вестник. - 2008. - № 6. – С. 15-18.
230. Федотова, Л.С. Влияние экстремальных условий жары и засухи на формирование урожая и показатели качества картофеля. В сб.: Современные тенденции и перспективы инновационного развития картофелеводства. Материалы III межрегиональной научно-практической конференции / Л.С. Федотова, Н.А. Тимошина, А.В. Кравченко, Е.В. Князева – Чебоксары, 2011. – С. 123-128.

231. Федотова, Л.С. Динамика биохимических показателей картофеля в период хранения / Л.С. Федотова, Н.А. Тимошина, Е.В. Князева // Картофель и овощи. – 2017. - № 1. – С. 31-35.
232. Федотова, Л.С. Каждому своя нитроаммофоска: эффективность применения комплексных удобрений от «ЕвроХим» на картофеле / Л.С. Федотова, А.А. Андреев, С.И. Шипилов, М.В. Зверева, К.А. Косырева, М.М. Визирская // Картофель и овощи. – 2017. - № 2. – С. 26-28.
233. Филина, Н.И. Методические указания по оценке селекционного материала картофеля на устойчивость клубней к механическим повреждениям / Н.И. Филина, И.М. Яшина. - М.: ВНИИКХ, 1978. - 9 с.
234. Холмквист, А.А. Хранение картофеля и овощей / А.А. Холмквист. - Л.: Колос, 1972. - 280 с.
235. Хоукинс, Г. Картофель как ценный источник питательных веществ. Взгляд на проблемы и возможности развития семеноводства в России. Картофелеводство. Результаты исследований, инноваций, практический опыт / Г. Хоукинс, С. Роджерс, О. Лопырева-Беляева. - М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2008. - Том 1. - С. 39-48.
236. Христофоров, Л.В. Удобрения, урожай и качество картофеля / Л.В. Христофоров // Картофель и овощи. - 1972. - № 11. - С. 17-18.
237. Церлинг, В.В. Нитраты в растениях и биологическое качество урожая / В.В. Церлинг // Агрохимия. - 1979. - № 1. - С. 147-156.
238. Чирков, А.И. Поле - технология - урожай // А.И. Чирков, Н.Ш. Зарипов. - Пенза: ПГСХА, 2000. - 147 с.
239. Шанина, Е.П. Особенности биохимического состава клубней картофеля / Е.П. Шанина, Е.М. Клюкина, М.П. Матерн // Всеросс. науч.-практ. конф., посвященная памяти Уральских ученых: Н.А. Иванова, В.Ф. Трушина, С.А. Чазова. Секция селекция и семеноводство: Сб. науч. тр. Екатеринбург, 2001. Т.2. С. 279-283.
240. Шанина, Е.П. Качество сортов картофеля селекции Уральского НИИСХ / Е.П. Шанина // Достижения сельскохозяйственной науки Урала –

- агропромышленному комплексу // Тр. Уральского НИИСХ. Екатеринбург, 2006. Т. 61. С. 114-119.
241. Шанина, Е.П. Влияние экологических условий и фона минерального питания на урожай семенного картофеля в условиях Среднего Урала / Е.П. Шанина, Л.Б. Сергеева // Аграрный вестник Урала. - 2010. - № 4. - С. 59-61.
242. Шанина, Е.П. Сорта картофеля для переработки методом глубокой заморозки / Е.П. Шанина, Е.М. Клюкина, Л.Б. Сергеева, С. А. Андрушкевич, А.Д. Мельник // Картофель и овощи. - 2010. - № 6. - С.10-11.
243. Шанина, Е.П. Влияние экологических условий и фона минерального питания на урожайность новых сортов картофеля / Е.П. Шанина, Н.Н. Зезин, Л.Б. Сергеева // Научное обеспечение устойчивого ведения сельскохозяйственного производства в условиях глобального изменения климата: Мат. Междунар. науч.-практ. конф. Казань, 2010. - С. 418-424.
244. Шанина, Е.П. Селекция сортов картофеля различного целевого назначения на среднем Урале : автореф. дис. доктора с.-х. наук : 06.01.05 / Шанина Елена Петровна. - Тюмень, 2012. - 33 с.
245. Шанина, Е.П. Роль сорта в реализации биологического потенциала картофеля / Е.П. Шанина // Современные тенденции и перспективы инновационного развития картофелеводства: Мат. науч.-практ. конф. Чебоксары, 2011. - С. 13-17.
246. Шанина, Е.П. Оценка сортов картофеля на пригодность для производства полуфабриката фри / Е.П. Шанина, Л.Б. Сергеева // Картофелеводство: Сб. науч. тр. М., 2011. - С.163-170.
247. Шанина, Е.П. Питательная ценность белка картофеля / Е.П. Шанина, С.В. Дубинин // Картофель и овощи. - 2015. - № 3. - С. 29-31.
248. Шевелуха, В.С. Сельскохозяйственная биотехнология: Учеб., 2-е изд., перераб. и доп. / В.С. Шевелуха, Е.А. Калашникова, Е.С. Воронин. - М.: Высш. шк., 2003. - 469 с.
249. Шевченко, В.В. Товароведение и экспертиза потребительских товаров / В.В. Шевченко. - СПб.: ИНФРА, 2001. - 544 с.

250. Шевченко, В.А. Технология производства продукции растениеводства: учеб. пособие для вузов / В.А. Шевченко - М. : Агроконсалт, 2002. - 163 с.
251. Шишкина, Н.Б. Влияние минеральных удобрений на изменение химического состава и лёжкость клубней картофеля при хранении / Н.Б. Шишкина // Т. Уральского НИИСХ. - 1975. - № 15. - С. 240-242.
252. Шпаар, Д. Картофель / Д. Шпаар, А. Быкин, Д. Дрегер. – Минск: ЧУП «Орех», 2004. - 465 с.
253. Щербакова, Н.А. Биохимический состав клубней картофеля. Научное обеспечение развитие АПК аридных территорий: теория и практика / Н.А. Щербакова. – М.: Прикаспийский НИИ аридного земледелия, 2011. – С. 239-241.
254. Abdel-Kader, Z. Studies on retention of some watersoluble vitamins in potatoes and cow peas as affected by thermal processing and storage / Z. Abdel-Kader // Die Nahrung – 1990. - № 34(10). - P. 899-904.
255. Ackermann, J. Changes in sugars, acids, and amino acids during ripening and storage of apples (Cv. Glockenapfel) / J. Ackermann, M. Fischer, R. Amado // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 1992. - № 40. – P. 1131–4.
256. Ahevenainen, R.T. Shelf life of prepeeled potato cultivated, stored, and processed by various methods / R.T. Ahevenainen, E.U. Hurme, M. Hagg, E.H. Skytta, E.K. Laurila // Journal of Food Protection. – 1998. - № 61. – P. 591–600.
257. Akinbode, A. Adedeji. Impact of freezing nethod, frying and storage on fat absorption kinetics and structural changes of parfried potato / A. Adedeji Akinbode, M. Ngadi // Jouran of Food Engineering. – 2018. - № 218. – P. 24-32.
258. Andersson, L. Studies on starch structure and the differential properties of starch branching enzymes : Doctoral thesis / Acta Univ. agriculturae sueciae. Agraria / Swed. univ. of agr. Sciences, 2001. – 287 p.
259. Augustin, J. Vitamin composition of freshly harvested and stored potatoes / J. Augustin, S.R. Johnson, C. Teitzel, R.B. Toma, R.L. Shaw, R.H. True, J.M. Hogar, R.M. Deutsch // J. Food. Sci. - 1978. - № 43(5). – P. 1566-1570, 1574.

260. Augustin, J. Changes in the nutrient composition of potato during home preparation: II. Vitamins // J. Augustin, S.R. Johnson, C. Teitzel, R.H. True, J.M. Hogar, R.B. Toma, R.L. Shaw, R.M. Detsch // *Potato J.* – 1978. - № 55. - P. 653-662.
261. Barnes, R. Using ethylene as a potato sprout suppressant. Submission to BPC Crop Protection Treater Group meeting, February 7th 2006 / R. Barnes. - Harper Adams University College, BPC, Oxford, GB, 2006.
262. Barry, C.S. Ethylene and fruit ripening / C.S. Barry, J.J. Giovannoni // *J. Plant Growth Regul.* – 2007. - № 26. – P. 143.
263. Berkeley, H.D. Lipids of potato tubers. IV. Effect of growth and storage on the lipid-degrading enzymes of the potato tuber / H.D. Berkeley, T. Galliard // *J. Sci. Food Agric.* – 1974. - № 25. – P. – 869-873.
264. Bleasdale, I.K.A. Relationship between set characters yield in main crop potatoes / I.K.A. Bleasdale // *I. Agric. Sci.* - 1965. - № 3. - 64 p.
265. Booth, R., Principles of potato storage / R. Booth, R. Shaw // *Centro International do Lapepa.* - 1981. - Vol 5. - P. 1-39.
266. Brecht, J.K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables / J.K. Brecht // *Hortscience* - 1995. - № 30. – P. 18–21.
267. Briddon, A. CIPC application and processing quality. In: Abstracts of papers and posters presented / A. Briddon, A.C. Cunningham, G. Dowd, H.J. Duncan, A. Jina // 15th Triennial Meeting of the European Association for Potato Research (Eds. G. Wenzel and I. Wulferst). - 2002. - Paper 19. – P. 39.
268. Briddon, A. Developments in CIPC application and its effects on processing quality. In: Abstracts of papers and posters / A. Briddon, A.C. Cunningham, G. McGowan, A. Jina, H.J. Duncan, presented // 16th Triennial Meeting of the European Association for Potato Research (Eds. E. Ritter and A. Carrascal). – 2005. - Paper 89. – P. 364-365.
269. Briddon, A. Research Review: The use of ethylene for sprout control / A. Briddon // *British Potato Council.* - 2006. - Ref: R279 – 29 p.
270. Brierley, E.R. The influence of ethylene treatments on the blackspot bruising susceptibility of stored potato tubers / E.R. Brierley, T. Edgell, A.H. Cobb // *Aspects of Applied Biology.* – 1998. - № 52. – P. 1-8.

271. Brody, A. Introduction. In: Controlled/modified Atmosphere/vacuum Packaging of Foods / A. Brody // Food and Nutrition Press, Inc.: Trumbull, CT. - 1989. – P. 1–16.
272. Buescher, R.W. Association of phenylalanine ammonia lyase, catecholase, peroxidase and total phenolic content with brown-end discoloration of snap bean pods / R.W. Buescher, C. Reitmeier, W.A. Sistrunk // Hortscience. – 1974. - № 9. – P. 585.
273. Burton, W.G. The distribution and composition of the dry matter in the potato tuber / W. G. Burton // In: The Potato (ed. PM Harris), Longman: Harlow. - 1989. - 3rd edn. – P. 286.
274. Buttery, R.G. Autoxidation of potato granules. Part I. Changes in fatty acids / R.G. Buttery, C.E. Hendel, M.M. Bogs // J. Agric. Food Chem. – 1961. - № 9. – P. 245-252.
275. Carlin, F. La conservation des produits de la 4^{ème} gamme / F. Carlin, Nguyen-The C., P. Varoquaux // Actualites des Industries Alimentaires et Agro-Alimentaires. – 1990. - № 10. – P. 931–44.
276. Chalom, S. Composition of sulfited potatoes: comparison with fresh and frozen potatoes / S. Chalom, E. Elrezzi, P. Pena, I. Astiarsaran, J. Bello // Plant Foods for Human Nutrition. – 1995. - № 47. – P. 133-138.
277. Chassery, S. Quality and shelf life of pre-peeled vacuum packed potatoes / S. Chassery, T.R. Gormley // Farm and Food. – 1994. - № 4(2). – P. 30-32.
278. Coseteng, M.Y. Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentration in relation to degree of browning / M.Y. Coseteng, C.Y. Lee // Journal of Food Science. – 1987. - № 52. – P. 985–9.
279. Coffin, R.H. Effect of low temperature storage on sugar concentrations and chip color of certain processing potato cultivars and selections / R.H. Coffin, R.Y. Yada, K.L. Parkin, B. Grodzinski, D.W. Stanley // Journal of Food Science. - 1987. - № 52. - P. 639-45.
280. Creech, D.L. The influence of storage factors on endogenous ethylene production by potato tubers / D.L. Creech, M. Workman, M.D. Harrison // Am. Pot. J. – 1973. - № 50. – P. 145-150.

281. Daniels-Lake, B.J. Sprout development and processing quality changes in potato tubers stored under ethylene: 1. Effects of ethylene concentration // B.J. Daniels-Lake, R.K. Prange, J. Nowak, S.K. Asiedu, J.R. Walsh // Amer. J. of Potato Res. – 2005 - № 82. – P. 389-397.
282. Daniels-Lake, B.J. Carbon dioxide and ethylene: A combined influence on potato fry colour / B.J. Daniels-Lake, R. Prange, J. Walsh // HortScience. – 2005. - № 40(6). – P. 1824-1828.
283. Dong, C.H. Subcellular co-localization of Arabidopsis RTE1 and ETR1 supports a regulatory role for RTE1 in ETR1 ethylene signaling // C.H. Dong, M. Rivarola, J.S. Resnick, B.D. Maggin, C. Chang // Plant J. – 2008. - № 53 (2). – P. 275-286.
284. Dwelle, R. Respiration and sugar content of potato tubers as influenced by storage temperature / R. Dwelle, G. Stallknecht // Potato J. – 1978. - № 55. – P. 561-571.
285. Elmer, O.H. Growth Inhibition of potato sprouts by the volatile products of apples / O.H. Elmer // J. Agric. Res. – 1932. - № 52. – P. 609-26.
286. El-Shimi, N. Control of enzymatic browning in apple slices by using ascorbic acid under different conditions / N. El-Shimi // Plant and Foods for Human Nutrition. – 1993. - № 43. – P. 71–6.
287. FAOSTAT. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (дата обращения: 20.05.2018).
288. Finglas, P. Nutritional composition of UK retail potatoes, both raw and cooked / P. Finglas, R. Faulks // J. Sci. Food Agric. – 1984. - № 35. – P. 1347-1356.
289. Folin, D. On tyrosine and tryptophane determinations in proteins / D. Folin, V. Ciocalteau // Journal of Biology and Chemistry. – 1927. - № 73. – P. 627–50.
290. Frederikson, T. Research on the growth of the potato plants / T. Frederiksen // Landbowkund. Tijdschr. - 1957. - № 3. - 63 p.
291. Fromm, Herbert J.; Hargrove, Mark S. Essentials of Biochemistry / Herbert J. Fromm, Mark S. Hargrove. – Springer. – New York, 2012. – 383 p.
292. Geist, S.E. Responsiveness of potatoes to the use mineral fertilizers depending on the cultivation conditions / S.E. Geist, Y.I. Grechishkina, Y.A. Bezgina, O.Y.

- Lobankova, A.A. Belovolova, N.V. Gromova // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. - 2018. - № 9(6). - P. 1921-1926.
293. Gorris, L.G.M. Modified atmosphere and vacuum packaging to extend the shelf life of respiring food products / L.G.M. Gorris, H.W. Peppelenbos // Horttechnology. – 1992. - № 2. – P. 303–9.
294. Grierson, D. 100 years of ethylene – a personal view. The Plant Hormone Ethylene / D. Grierson // Annual Plant Reviews. Wiley Online Library. - 2012. - № 44. – P. 1-17 (doi 10.1002/9781118223086.ch1).
295. Hagg, M. Vitamin C and α - and β -carotene contents in vegetables consumed in Finland during 1988-1989 and 1992-1993 / M. Hagg et al. // J. Food Comp. Anal. – 1994. - № 7. - P. 253-259.
296. Hagg, M. Effects of preparation procedures, packaging and storage on nutrient retention in peeled potatoes / M. Hagg, U. Hakkinen, J. Kumpulainen, R. Ahvenainen, E. Hurme // J. Sci. Agric. – 1998. - № 77(4). – P. 519-526.
297. Hallberg, M.L. Lipid oxidation of potato slices under conditions simulating the production of potato granules / M.L. Hallberg, H. Lingnert // J. Am. Oil Chem. Soc. – 1991. - № 68. – P. 167-170.
298. Haverkort, A.J., Struik P. C. Potato in progress: science meets practice / A.J. Haverkort, P.C. Struik // Wageningen Academic Publishers. - The Netherlands, 2005. - 365 p.
299. Haverkort, A.J. Potato production and innovation technologies. A.J. Haverkort, B.V. Anisimov // Wageningen Academic Publishers. - The Netherlands, 2007. - 422 p.
300. Hedon, J. L'analyse de la terre dans le but d'une fumure rationnelle / J. Hedon // Pomme de Terre France. - 1973. - P. 35.
301. Heldman, Dennis R. Principles of Food Processing / Dennis R. Heldman, Richard W. Hartel // Food Science Texts Series. – 1997. – P. 123.
302. Heulin, F.E. Effects of ethylene and of apple vapors on sprouting of potatoes // F.E. Heulin // Rep. Fd. Invest. Bd. London for 1932. – 1933. – P. 51-53.
303. Holland, B. McCance and Widdowson's. The composition of Foods (5th edn.) / B. Holland et al. // Royal Society of Chemistry and MAFF London, UK. – 1993.

304. Howard, L.R. Lignin formation and surface discoloration of MP carrot sticks / L.R. Howard, L.E. Griffin // *Journal of Food Science*. – 1993. - № 58. – P. 1065–7.
305. Hunnius, W. Zuchtung trockensubstanzreicher Kartoffeln (Starke und Eiwe) / W. Hunnius // *Kartoffelban*, 1969. - № 2.
306. Hunnius, W. Zur Vollerntevertraglichkeit von Kartoffelsorten / W. Hunnius, A. Specht // *Kartoffelban*, 1971. – 22 p.
307. Huxsoll, C.C. Processing and distribution alternatives for MP fruits and vegetables / C.C. Huxsoll, H.R. Bolin // *Food Technology*. – 1989. - № 2. – P. 124–8.
308. Jargis, S.V. Hormesis and radiation safety norms / S.V. Jargis // *Human & experimental toxicology*. - 2012. - Vol. 31. - P. 671-5.
309. Jensen, K. Influence of variety and growing location on the development of off-flavor in precooked vacuum-packed potatoes / K. Jensen, M.A. Petersen, L. Poll, P.B. Brockhoff // *J. Agric. Food Chem.* – 1999. - № 47 (3). – P. 1145–1149.
310. Jeong, J. Long-term exposure to ethylene affects polyamine levels and sprout development in Russet Burbank and Shepody Potatoes / J. Jeong, R.K. Prange, B.J. Daniels-Lake // *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* – 2002 - № 127 (1). – P. 122-126.
311. Ju, C. Advances in ethylene signaling: protein complexes at the endoplasmic reticulum membrane / C. Ju, C. Chang // *AoB Plants*. - 2012, pls031 (doi: 10.1093/aobpla/pls031).
312. Kalt, W. Alternative compounds for the maintenance of processing quality of stored potatoes (*Solanum tuberosum*) / W. Kalt, R.K. Prange, B.J. Daniels-Lake, J. Walsh, P. Dean, R. Coffin // *Journal of Food Processing Preservation*. – 1999. - № 23. – P. 71-81.
313. Karlstrom, B. Warm-holding of potatoes in different equipment / B. Karlstrom, L. Jonsson // *SIK, Goteborg, Sweden (in Swedish)*. – 1980. - №1. – P. 479.
314. Kaur-Sawhney, R. Relation of polyamine synthesis and titer to aging and senescence in oat leaves / R. Kaur-Sawhney, L.M. Shih, H.E. Flores, A.W. Galston // *Plant Physiol.* – 1982. - № 69. - P. 405–410.
315. Ke, D. Wound induced ethylene production phenolic metabolism and susceptibility to russet spotting in iceberg lettuce / D. Ke, M. E. Saltveit // *Physiology Plant*. – 1989. - № 76. – P. 412–18.

316. Kennedy, E.I. Response of the potato to field application to maleic hydrazide / E.I. Kennedy, O. Smith // *Am. Potato. J.* – 1951. - Vol. 28. - № 9. – 701 p.
317. Kim, D.M. Quality of MP apple from selected cultivars / D.M. Kim, N.L. Smith, C.Y. Lee // *Journal of Food Science.* – 1993. - № 58. – P. 1115–17.
318. Knee, M. The technology of ethylene control: Use and removal in post-harvest handling of horticultural commodities / M. Knee, F.J. Proctor, C.J. Dover // *Annals Applied Biol.* – 1985. - № 107. - P. 581-595.
319. Lacey, R.F. How plants sense ethylene gas – The ethylene receptors / R.F. Lacey, B.M. Binder // *J. Inorg. Biochem.* – 2014. - № 133. – P. 58-62 (doi: 10.1016/j.jinorgbio).
320. Langdon, T.T. Prevention of browning in prepared potatoes without the use of sulfiting agents / T.T. Langdon // *Food Technology.* – 1987. - № 41. – P. 64–7.
321. Lattanzio, V. The role of phenolics in the postharvest physiology of fruits and vegetable: browning reaction and fungal diseases / V. Lattanzio, A. Cardinali, S. Palmieri // *Italian Journal of Food Science.* - 1994. - № 1. - P. 3-22.
322. Laurila, E.K. Shelf life of sliced raw potatoes of various cultivar varieties / E.K. Laurila, E.U. Hurme, R.J. Ahvenainen // *Journal of Food Protection.* – 1998. - № 61. – P. 1363–71.
323. Lee, C. Free sugars in fruits and vegetables / C. Lee, R. Schallenberg, M. Vittum // *New York's Food Life Sci. Bull.* – 1970. - №1. – P. 1-12.
324. Leth, T. The nutrient content in potatoes, sort, growing conditions and storage / T. Leth, A. Christensen, K. Jakobsen // *Levnedmiddelsstyrelsen, Denmark.* – 1986. - № 122 (in Danish).
325. Licciardello, F. Integrated agronomical and technological approach for the quality maintenance of ready-to-frypotato sticks during refrigerated storage / F. Licciardello, S. Lombardo, V. Rizzo, I. Pitino, G. Pandino, M.G. Strano, G. Muratore, C. Restuccia, G. Mauromicale // *Postharvest Biology and Technology.* – 2018. – Vol. 136. – P. 23-30.
326. Lin, Z. Recent advances in ethylene research / Z. Lin, S. Zhong, D.J. Grierson // *Exp. Bot.* – 2009. - № 60(12). – P. 3311-36 (doi: 10.1093/jxb/erp204).

327. Lojowska, E. Changes of the lipid catabolism in potato tubers from cultivars differing in susceptibility to autolysis during the storage / E. Lojowska, M. Holubowska // *Potato Res.* – 1989. - № 32. – P. 463-470.
328. Martens, T. Current status of sous vide in Europe. In: *Principles of Modified-Atmosphere and Sous Vide Product Packaging* (eds J.M. Farber & K.L. Dods) / T. Martens / Technomic Publishing Inc: Lancaster. – 1995. – P. 37–68.
329. Martinez-Romero, D. Tools to maintain postharvest fruit and vegetable quality through the inhibition of ethylene action: a review / D. Martinez-Romero, G. Bailen, M. Serrano, F. Guillen, J.M. Valverde, P. Zapata, S. Castillo, D. Valero // *Crit. Rev. Food Sci.* – 2007. - № 47(6). – P. 543-560.
330. Michael, D. Lewis. Sprouting within / D. Lewis Michael // *Potato storage international.* - University of Idaho. - 2005. - Vol. 2. - № 3. - P. 24-27.
331. Montouto-Grana, M. Industrially Processed Vacuum-Packed Peeled Kennebec Potatoes: Process Optimization, Sensory Evaluation, and Consumer Response / M. Montouto-Grana, S. Cabanas-Arias, M.L. Vazquez-Oderiz, E. Arbones-Macineira, M.A. Romero-Rodriguez. - 2011. - № 76 (5). - P. 314-318.
332. Montouto-Grana, M. Sensory characteristics and consumer acceptance and purchase intention toward fresh-cut potatoes / M. Montouto-Grana, S. Cabanas-Arias, S. Porto-Fojo, M.L. Vazquez-Oderiz, M.A. Romero-Rodriguez // *Journal of Food Science.* - 2012. - № 77 (1). - P. 40-46.
333. Norbert, U.H. Potato development in a changing Europe / U. H. Norbert, A.J. Haverkort. // Wageningen Academic Publishers. - The Netherlands, 2006. - 278 p.
334. O'Beirne, D. Some effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging in combination with antioxidants on quality and storage life of chilled potato strips / D. O'Beirne, A. Ballantyne // *International Journal of Food Science and Technology.* – 1987. - № 22. – P. 512–23.
335. Olsen, N. Age and performance / N. Olsen // *Potato storage international University of Idaho.* - 2004. - Vol. 1. - №1. – P. 32-33.

336. Petersen, M.A. Vitamin C retention and sensoric quality of potatoes and peas in a cook-chill system with packaging in modified atmosphere / M.A. Petersen, E.T. Trolle // *Hygiene and nutrition in foodservice and catering*. – 1996. - № 1. – 175-190.
337. Petersen, M.A. Identification of compounds contributing to boiled potato off-flavour (“POF”) / M.A. Petersen, L. Poll, L. Melchior Larsen // *Lebens.-Wiss. Technol.* – 1998. - № 32 (1). – P. 32-40.
338. Peterson, R. Cryogenic vs. Mechanical Freezers: The best uses for each method / R. Peterson // *Stellar Food For Thought*. – 2016. - Part 2. [Электронный ресурс]. URL: <http://stellarfoodforthought.net/cryogenic-vs-mechanical-freezers-the-best-uses-for-each-method/> (дата обращения: 25.05.2018).
339. Popenoe, H. Lost crops of the Incas. Little-known plants of the Andes with promise worldwide cultivation / H. Popenoe, S.R. King, J. Leon, L. Sumar, N.D. Vietmeyer, M. Dafforn. - Washington D.C.: National Research Council. The National Academies Press, 1989. - 428 p. (doi: <https://doi.org/10.17226/1398>).
340. Prange, R.K. Alternatives to currently used potato sprout suppressants / R.K. Prange, W. Kalt, B.J. Daniels-Lake, C. Liew, J. Walsh, P. Dean, R. Coffin, R. Page // *Postharvest News and Information*. – 1997. – Vol. 8. - № 3. - P. 37-41.
341. Prange, R.K. Using ethylene as a sprout control agent in stored Russet Burbank potatoes / R.K. Prange, W. Kalt, B.J. Daniels-Lake, C.L. Liew, R.T. Page, J.R. Walsh, P. Dean, R. Coffin // *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* – 1998. - 123 (3). – P. 463-469.
342. Prange, R.K. Effects of continuous ethylene treatment on potato tubers: Highlights of 14 years of research / R. K. Prange, B.J. Daniels-Lake, K. Pruski // *Acta Hort. (ISHS)*. – 2005. - № 684. P. - 165-170.
343. Prange, R.K. Effects of ethylene and 1- methylcyclopropene on potato tuber sprout control and fry color / R.K. Prange, B.J. Daniels-Lake, J.C. Jeong, M. Binns // *American journal of potato research*. – 2005. - № 82(2). – P. 123-128.
344. Pruski, K. Growth-room and field studies with seed tubers treated with ethylene and 1-methylcyclopropene (1-MCP) during storage / K. Pruski, R.K. Prange, B.J. Daniels-Lake, J. Novak, D.H. Ronis // *Am. Pot. J.* – 2006. - № 83. – P. 149-160.

345. Pruthi, J.S. Quick Freezing Preservation of Foods: Foods of animal origin / J.S. Pruthi / Allied Publishers Limited. – 1995. – P. 14.
346. Putz, B. Konservierung geschalter Kartoffeln / B. Putz // Bericht über die Kartoffel-Tagung, Detmold. – 2000. – Band 21. – S. 62-69.
347. Reid, M.S. Effects of ethylene on potato tuber respiration / M.S. Reid, H.K. Pratt // Plant Physiol. – 1972. - № 49. – P. 252-255.
348. Reyes-Moreno, C. A response to surface methodology approach to optimise pretreatments to prevent enzymatic browning in potato (*Solanum tuberosum* L) cubes / C. Reyes-Moreno, M.A. Parra-Inzunza, J. Milan-Carrillo, J.A. Zazueta-Niebla // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2001. - № 82. – P. 69.
349. Rezaee, M. Potato sprout inhibition and tuber quality after post harvest treatment with gamma irradiation on different dates / M. Rezaee, M. Almassi, A. Farahari, S. Minaei, M. Khodadadi // J. Agr. Sci. Tech. – 2011. – V. 13. – P. 829-842.
350. Rocha, A.M.C.N. Characterization of PPO extracted from 'Jonagored' apple / A.M.C.N. Rocha, A.M.B. Morais // Food Control. – 2001. - № 12. – P. 85–90.
351. Rocha, A.M.C.N. Effects of vacuum packaging on the physical quality of minimally processed potatoes / A.M.C.N. Rocha, C. Emilie Coulon, A.M.B. Morais. // Food Service Technology. – 2003. - Volume 3, Issue 2. – P. 49-96.
352. Rosa, J.T. Shortening the rest period of potatoes with ethylene gas / J.T. Rosa // Potato Assn. Amer. Potato News Bull. – 1925. - № 2. – P. 363-365.
353. Ruzaike, A. Packaging material and storage-induced quality changes in flexible retort pouch potatoes' produce / A. Ruzaike, S. Muizniece-Brasava, L. Dukalska // 9th baltic conference on food science and technology - Food for consumer well-being: Foodbalt. Latvia, 2014. - P. 217-222.
354. Rylski, I. Dual effects of ethylene on potato dormancy and sprout growth / I. Rylski, L. Rappaport, H.K. Pratt // Plant Physiol. – 1974. - № 33. - P. 638-662.
355. Sapers, G.M. Enzymatic browning control in potato with ascorbic acid-2-phosphate / G.M. Sapers, R.L. Miller // Journal of Food Science. – 1992. - № 57. – P. 1132–5.

356. Saltveit, M.E. Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables / M.E. Saltveit // *Postharvest Biology and Technology*. – 1999. - № 15. – P. 279-292.
357. Shakouri, S. The effect of packaging material and storage period on microwave-dried (*Solanum tuberosum* L.) cubes / S. Shakouri, H.R. Ziaolhagh, J. Sharifi-Rad, M. Heydari-Majd, R. Tajali, S. Nezarat, J.A.T. da Silva // *Journal of Food Science and Technology-Mysore*. - 2015. - № 52 (6). - P. 3899-3910.
358. Schaller, G. Ethylene and the regulation of plant development // G. Schaller // *BMC Biol.* – 2012. - № 10 (1). – P. 9.
359. Schirly-Keller, J.P. Vflavor interactions with fat replacers: effect of oil level / J.P. Schirly-Keller, G.A. Reineccius, L.C. Hatchwell // *J. Food Sci.* – 1994. - № 59. – P. 813-815, 875.
360. Shetty, K.K. Use of heat-shrinkable plastic film to extend shelf life of «Russet Burbank» potatoes / K.K. Shetty, W.J. Kochan, R.B. Dwelle // *Hortscience*. – 1989. - № 24. - P. 643–6.
361. Sisler, E.C. Compounds controlling the ethylene receptor / E.C. Sisler, M. Serek // *Bot. Bull. Acad. Sin.* - 1999. - № 40. - P. 1-7.
362. Solms, J. Der Ernährungswert von Kartoffeln / J. Soms, R. Genner-Ritzmann // 9th Triennial Conference of European Assotiation for Potato Research. – 1984. – P. 51-69.
363. Sowokinos, J. Relationship of harvest sucrose content to processing maturity and storage life of potatoes / J. Sowokinos // *Potato J.* – 1978. - № 55. – P. 333-344.
364. Stricker, H.W. Zusammenhange zwischen der Dungung und dem Verarbeitungswert von Kartoffeln unter besonderer Berucksichtigung des Qualitätsmerkmals: Reduzierender Zucker / H.W. Stricker // *Sonderheft zur Zeitschrift Landw. Forschung*, 1979. – Bd. 2. – S. 26.
365. Struik, P.C. Seed potato technology / P.C. Struik, S.G. Wiersema // *Wageningen Academic Pablishers*. - The Netherlands, 1999. - 383 p.
366. Sweeney, J. Organic acid, amino acid, and ascorbic acid content of potatoes as affected by storage conditions / J. Sweeney, P. Hepner, S. Libeck // *Potato J.* – 1969. - № 46. – P. 463-469.

367. Tech. Report Ser. 659, WHO 1981, Report of the joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee, Wholesomeness of Irradiated Food, World Health Organization, Geneva, 1981.
368. Thybo, A.K. Quality of precooked vacuum-packed potatoes (*Solanum tuberosum* L.) in relation to cooking methods and oxygen permeability of the packing material / A.K. Thybo, J. Christiansen // J. Food Qual. – 1996. - № 19. – P. 231-241.
369. Thybo, A.K. Texture and microstructure of steam cooked, vacuum packed potatoes / A.K. Thybo, H.J. Martens, O.B. Lyshede // Journal of Food Science. – 1998. - № 63 (4). – P. 692-695.
370. Timm, H. Effect of ethylene on black spot and sprout development of the potato / H. Timm, M. Yamaguchi, D.L. Hughes M.L. Weaver // Am. Pot. J. – 1974. - № 51. – P. 308-309.
371. Timm, H. Influence of ethylene on black spot of potato tubers / H. Timm, M. Yamaguchi, D.L. Hughes, M.L. Weaver // Am. Pot. J. – 1976. - № 53. – P. 49-56.
372. Timm, H. Effect of exposure time of ethylene on potato sprout development / H. Timm, D.L. Hughes, M.L. Weaver // Am. Pot. J. – 1986. - № 63. P. - 655-663.
373. Toma, R. Changes in the nutrient composition of potatoes during home preparation: I. proximate composition / R. Toma et al // Potato J. – 1978. - № 55. – P. 639-645.
374. Vamos-Vigyàzò, L. Polyphenoloxidase and peroxylase in fruits and vegetables / L. Vamos-Vigyàzò // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 1981. - № 9. – P 49–127.
375. Vandenbusshe, F. Ethylene in vegetative development: a tale with a riddle / F. Vandenbusshe, I. Vaseva, K. Vissenberg, Van Der Straeten // New Phytol. – 2012. - № 194 (4). – P. 898-909.
376. Varoquaux, P.J.A. Vacuum processing: a new concept for pre-cooked fruit and vegetables / P.J.A. Varoquaux, Nguyen-The C. // Proceedings. Food Science and Technology Today. – 1994. - № 8. – P. 42–9.
377. Veerman, A. An analysis of the effects of cultivar, nitrogen, potassium, location and year on yield and quality of ware potatoes in The Netherlands / A. Veerman, P.C. Struik, C.D. van Loon // Abstracts of conferens Papers, Posters and Demonstrations. 13-

- th Triennial Conferens of the European Assotiation for Potato Research (EAPR). - The Netherlands, 1996. - P. 44.
378. Wang, L. Ethylene contamination during CIPC application increases respiration and sugars of stored potatoes / L. Wang, M.K. Pritchard // *Am. Pot. J.* – 1997. - № 74 (6). – P. 475.
379. Whitaker, J.R. Effect of substrate concentration on rates of enzyme-catalysed reactions. In: *Principles of Enzymology* / J.R. Whitaker / Marcel Decker Inc.: New York. – 1994. – P. 99-167.
380. Wiese, W. Einfluss der Wasserversorgung auf die Ertragsbildung der Kartoffelpflanze und auf Werteigenschaften der Knollen fur die industrielle Verarbeitung : Dissertation / W.Wiese. - Technische Universitat Berlin, 1974. - 174 S.
381. Wills, R.B.H. Variation in nutrient composition of Australian retail potatoes over a 12-month period / R.B.H. Wills, J. Lim, H. Greenfield. – 1984. - № 35. – P. 1012-1017.
382. Wills, R.B.H. Seasonal variation in vitamin C and nutrient composition of processed potato products / R.B.H. Wills, K. Suthilucksanavanish // *Food Australia*. – 1991. - № 43 (1). – P. 19-29.
383. Wills, R.B.H. Effect of low levels of ethylene on sprouting of potatoes in storage / R.B.H. Wills, M.A. Warton // *HortScience*. – 2004. - № 39 (1). – P. 136-137.
384. World potato statistics. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.potatopro.com/world/potato-statistics>, (дата обращения: 20.05.2018).
385. Zeiruk, V.N. Influence of potato growth and storage conditions on the quality of fresh table potato and potato products in the Central part of Russia / V.N. Zeiruk, K.A. Pshechenkov, O.N. Davydenkova, S.V. Maltsev, S.N. Elansky в книге: *Potato production and innovative technologies*. Editors: Anton J. Haverkort and Boris V. Anisimov. Wageningen, 2007. - P. 130-134.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Метеоусловия в вегетационный период 2008-2011 гг. (Московская область Люберецкий район, метеостанция «Коренёво»)

Месяц	Декада	Средняя температура, °С									Сумма осадков, мм				
		воздуха					почвы 15 см								
		2008	2009	2010	2011	Средн. многол.	2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010	2011	Средн. многол.
Май	I	10,3	14,1	17,4	13,9	11,0	10,2	10,9	13,6	14,4	0,0	0,5	12,8	3,3	16,2
	II	13,9	12,4	18,3	11,7	13,2	12,3	11,1	16,7	13,6	13,5	17,8	13,0	6,3	13,9
	III	11,4	16,7	15,5	18,9	14,1	11,0	14,6	14,9	18,8	69,8	22,8	18,0	6,3	18,5
	за месяц	11,9	14,4	17,1	14,8	12,8	11,2	12,2	15,1	15,6	83,3	41,1	43,8	15,8	48,6
Июнь	I	13,2	18,1	17,8	19,3	15,8	12,6	17,0	15,9	22,2	33,8	21,0	31,5	4,5	20,0
	II	18,9	19,6	17,8	18,3	17,2	17,3	19,3	16,2	18,8	7,3	17,0	23,5	17,8	22,9
	III	18,0	18,8	23,7	22,3	18,2	17,1	17,4	21,5	21,0	22,0	5,3	0,0	14,5	23,2
	за месяц	16,7	18,8	19,8	20,0	17,1	15,7	17,9	17,9	20,7	63,1	43,3	55,0	36,8	66,1
Июль	I	18,3	16,2	24,2	22,8	18,4	17,8	16,4	22,9	22,3	41,0	20,3	1,0	22,5	24,5
	II	21,6	21,9	26,7	24,3	19,2	20,4	21,4	25,7	22,5	61,0	13,1	1,0	9,5	27,8
	III	18,1	20,1	28,6	25,5	18,9	19,6	19,4	27,1	24,1	16,0	37,5	0,0	5,8	29,3
	за месяц	19,3	19,4	26,5	24,2	18,8	19,3	19,1	25,2	23,0	118,0	70,9	2,0	37,8	81,6
Август	I	13,9	16,4	30,0	18,9	18,5	15,5	16,4	26,1	18,3	52,0	45,5	1,3	16,5	19,1
	II	21,2	18,2	23,5	20,4	17,1	19,5	16,9	22,4	19,6	15,0	15,8	17,3	29,3	20,6
	III	16,2	15,2	15,2	17,6	15,6	16,2	13,9	14,9	15,5	27,5	20,5	45,8	23,0	24,5
	за месяц	17,1	16,6	22,9	19,0	17,1	17,1	15,7	21,1	17,8	94,5	81,8	64,4	68,9	64,2
За период вегетации		16,3	17,3	21,6	19,5	16,5	15,8	16,2	19,8	19,3	358,9	237,1	165,2	159,3	260,5
К многолетним, %		98,8	104,8	130,8	118,2	100,0	92,1	94,4	115,4	112,5	137,8	91,0	63,4	61,3	100,0

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Метеоусловия в вегетационный период 2012-2014 гг. (Московская область Люберецкий район, метеостанция «Коренёво»)

Месяц	Декада	Средняя температура, °С							Сумма осадков, мм			
		воздуха				почвы 15 см						
		2012	2013	2014	Средн. многол.	2012	2013	2014	2012	2013	2014	Средн. многол.
Май	I	13,2	13,1	9,9	11,0	11,9	10,8	10,3	21,8	39,1	22,9	16,2
	II	17,0	21,1	17,0	13,2	15,1	19,9	14,2	10,3	0,8	5,2	13,9
	III	15,7	16,6	20,1	14,1	15,0	17,6	18,1	11,5	93,9	35,5	18,5
	за месяц	15,3	16,9	15,7	12,8	14,0	16,1	14,2	43,5	133,7	63,6	48,6
Июнь	I	14,6	19,0	21,9	15,8	14,2	18,7	20,0	54,2	4,6	14,3	20,0
	II	19,8	19,4	14,6	17,2	18,3	19,1	16,1	31,2	11,8	6,8	22,9
	III	18,3	22,6	14,1	18,2	17,4	20,5	16,4	25,0	23,7	41,4	23,2
	за месяц	17,6	20,3	16,9	17,1	16,6	19,4	17,5	110,4	40,0	62,5	66,1
Июль	I	22,7	22,4	20,9	18,4	22,6	18,6	20,7	0,5	40,7	2,7	24,5
	II	19,9	19,5	21,5	19,2	20,0	14,9	21,5	27,3	27,6	18,2	27,8
	III	21,9	16,6	22,5	18,9	21,7	12,5	22,3	1,0	38,2	1,6	29,3
	за месяц	21,5	19,5	21,6	18,8	21,4	15,3	21,5	28,8	106,5	22,5	81,6
Август	I	21,4	19,6	23,5	18,5	19,6	13,7	22,9	18,4	25,4	33,3	19,1
	II	17,6	18,6	20,1	17,1	18,0	13,1	20,0	29,6	5,0	16,2	20,6
	III	14,2	15,5	15,0	15,6	14,7	10,4	15,8	43,1	62,4	8,6	24,5
	за месяц	17,7	17,9	19,5	17,1	17,4	12,4	19,6	91,1	92,8	58,1	64,2
За период вегетации		18,0	18,7	18,4	16,5	17,4	15,8	18,2	273,8	373,0	206,7	260,5
К многолетним, %		109,1	113,3	111,5	100,0	101,4	92,1	106,1	105,1	143,2	79,3	100,0

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Метеоусловия в вегетационный период 2015-2017 гг. (Московская область Люберецкий район, метеостанция «Коренёво»)

Месяц	Декада	Средняя температура, °С							Сумма осадков, мм			
		воздуха				почвы 15 см						
		2015	2016	2017	Средн. многол.	2015	2016	2017	2015	2016	2017	Средн. многол.
Май	I	11,8	15,9	9,3	11,0	11,4	10,8	9,8	20,8	2,5	36,6	16,2
	II	12,3	13,5	9,7	13,2	12,8	13,1	9,2	51,1	46,6	19,8	13,9
	III	18,6	17,7	14,0	14,1	17,3	15,7	13,6	76,1	64,7	21,7	18,5
	за месяц	14,2	15,7	11,0	12,8	13,8	13,2	10,9	148,0	113,8	78,1	48,6
Июнь	I	18,4	13,7	12,8	15,8	18,7	16,5	13,8	1,3	25,5	15,6	20,0
	II	18,5	18,2	16,2	17,2	19,1	17,5	16,2	16,7	32,2	31,6	22,9
	III	19,3	22,4	16,4	18,2	18,8	18,6	16,1	54,0	3,8	54,6	23,2
	за месяц	18,7	18,1	15,1	17,1	18,9	17,5	15,4	72,0	61,5	101,8	66,1
Июль	I	20,7	19,3	15,3	18,4	20,2	17,6	16,6	20,2	7,5	42,1	24,5
	II	16,2	21,9	18,7	19,2	17,9	19,3	18,4	21,7	51,1	27,6	27,8
	III	19,4	21,6	20,7	18,9	18,8	18,8	19,5	30,1	67,4	28,5	29,3
	за месяц	18,8	21,0	18,2	18,8	19,0	18,6	18,2	72,0	125,0	98,2	81,6
Август	I	20,5	22,0	20,2	18,5	19,9	19,7	20,0	1,4	22,2	4,3	19,1
	II	16,7	18,1	20,5	17,1	17,9	17,1	20,1	5,4	94,5	56,9	20,6
	III	17,1	19,2	15,5	15,6	15,5	17,4	17,6	3,7	53,2	39,1	24,5
	за месяц	18,1	19,8	18,7	17,1	17,8	18,1	19,2	10,5	169,9	100,3	64,2
За период вегетации		17,5	18,7	15,8	16,5	17,4	16,7	15,9	302,5	470,2	378,4	260,5
К многолетним, %		106,1	113,3	95,8	100,0	101,4	97,3	92,7	116,1	180,5	145,3	100,0

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Метеоусловия в вегетационный период 2008-2011 гг. (Пензенская область, Нижнеломовский район, метеостанция ID 27858)

Месяц	Декада	Средняя температура воздуха, °С					Сумма осадков, мм				
		2008	2009	2010	2011	Средн. многол.	2008	2009	2010	2011	Средн. многол.
Май	I	10,4	14,1	18,9	13,6	12,5	21,8	0,6	0,7	5,8	16,0
	II	12,7	12,3	17,4	13,9	14,5	20,9	10,5	3,1	13,4	13,8
	III	14,5	15,0	14,4	16,6	15,8	47,0	6,7	23,7	18,0	17,2
	за месяц	12,5	13,8	16,9	14,7	14,3	89,7	17,8	27,5	37,2	47,0
Июнь	I	10,8	18,0	19,3	15,2	17,4	9,5	16,9	3,0	8,0	22,0
	II	19,8	19,5	19,1	18,6	18,5	2,3	41,7	2,2	12,3	24,5
	III	15,5	18,8	24,9	19,4	19,5	26,9	7,4	0,8	6,2	26,5
	за месяц	15,4	18,8	21,1	17,7	18,5	38,7	66,0	6,0	26,5	73,0
Июль	I	17,6	15,6	23,4	20,7	19,9	9,6	22,8	4,0	59,4	17,5
	II	22,3	23,8	25,7	22,1	20,8	22,8	13,0	0,0	2,9	19,5
	III	18,6	21,1	29,5	25,0	20,4	66,8	34,0	0,5	17,4	22,0
	за месяц	19,5	20,2	26,2	22,6	20,4	99,2	69,8	4,5	79,7	59,0
Август	I	16,1	15,7	29,8	18,2	19,7	18,3	10,1	6,0	39,0	15,0
	II	24,0	17,9	24,0	22,3	18,3	0,0	6,3	13,0	0,7	16,5
	III	18,0	15,1	16,5	15,7	16,8	25,0	34,0	25,9	47,0	18,5
	за месяц	19,4	16,2	23,4	18,7	18,3	43,3	50,4	44,9	86,7	50,0
За период вегетации		16,7	17,3	21,9	18,4	17,9	270,9	204,0	82,9	230,1	229,0
К многолетним, %		93,3	96,6	122,3	102,8	100,0	118,3	89,1	36,2	100,5	100,0

Примечание: 09.06.2008 г. были заморозки до +0,9 °С.

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Метеоусловия в период вегетации 2015-2017 гг. (Московская область, Каширский район, метеостанция ID 27627)

Месяц	Декада	Средняя температура воздуха, °С				Сумма осадков, мм			
		2015	2016	2017	Средн. многол.	2015	2016	2017	Средн. многол.
Май	I	11,9	13,7	9,8	11,3	41,9	39,6	43,3	16,0
	II	11,7	12,2	8,7	13,5	74,6	72,0	44,2	14,5
	III	19,1	16,5	13,5	14,4	40,4	16,0	35,2	17,5
	за месяц	14,2	14,1	10,7	13,1	156,9	127,6	122,7	48,0
Июнь	I	16,8	12,8	12,2	15,9	6,8	48,9	18,3	21,3
	II	17,5	18,2	14,9	17,1	10,1	55,9	27,7	24,3
	III	18,3	22,1	16,0	18,2	68,6	18,0	30,6	26,4
	за месяц	17,5	17,7	14,4	17,1	85,5	122,8	76,6	72,0
Июль	I	19,6	18,6	15,0	18,2	33,9	39,6	33,9	25,5
	II	15,7	21,7	18,3	19,0	99,7	58,6	50,3	28,5
	III	19,1	21,6	19,8	18,7	67,7	21,3	20,6	32,0
	за месяц	18,1	20,6	17,7	18,6	201,3	119,5	104,8	86,0
Август	I	19,5	21,4	20,4	18,4	0,1	64,7	0,0	20,5
	II	16,2	17,7	21,0	17,1	7,4	159,9	26,1	23,0
	III	16,5	19,2	16,4	15,6	7,6	57,6	136,9	25,5
	за месяц	17,4	19,4	19,3	17,0	15,1	282,2	163,0	69,0
За период вегетации		16,8	18,0	15,5	16,5	458,8	652,1	467,1	275,0
К многолетним, %		101,8	108,8	93,9	100,0	166,8	237,1	169,9	100,0

Примечание: 11.05.2017 были заморозки -0,7 °С, 12.05.2017 +1,2 °С.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Прохождение растениями картофеля основных фаз развития от посадки до полного цветения (в днях) в зависимости от региона выращивания и дозы минеральных удобрений, сорт Импала

[illegible]

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Прохождение растениями картофеля основных фаз развития от посадки до полного цветения (в днях) в зависимости от региона выращивания и дозы минеральных удобрений,
сорт Ред Скарлетт

[illegible]

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Прохождение растениями картофеля основных фаз развития от посадки до полного цветения (в днях) в зависимости от региона выращивания и дозы минеральных удобрений,
сорт Брянский деликатес

Дозы минеральных удобрений (д.в. кг/га)	Число дней от посадки																													
	2008 г.						2009 г.						2010 г.						2011 г.						В среднем за 4 года					
	всходы		бутонизация		цветение		всходы		бутонизация		цветение		всходы		бутонизация		цветение		всходы		бутонизация		цветение		всходы		бутонизация		цветение	
	начало	полные	начало	полная	начало	полное	начало	полные	начало	полная	начало	полное	начало	полные	начало	полная	начало	полное	начало	полные	начало	полная	начало	полное	начало	полные	начало	полная	начало	полное
Дерново-подзолистая супесчаная почва, Московская область, Люберецкий район, ЭБ «Коренёво»																														
1. Без удобрений	22	28	49	59	66	73	23	29	51	61	69	75	21	26	47	93	99	102	25	29	56	68	76	83	23	28	51	70	78	83
2. P ₆₀ K ₁₂₀	22	28	49	59	67	76	23	29	51	62	71	78	21	26	46	93	99	103	25	29	54	68	76	83	23	28	50	71	78	85
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	22	27	49	60	68	77	23	29	51	62	72	79	20	26	46	93	99	103	25	29	54	68	77	84	23	28	50	71	79	86
4.N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	22	27	49	61	69	78	23	28	51	63	73	80	20	26	46	93	99	103	25	29	54	68	77	84	23	28	50	71	80	86
5.N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	22	27	49	62	70	79	23	28	51	63	74	81	20	25	45	93	99	104	24	28	54	68	78	84	22	27	50	72	80	87
НСР ₀₅	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Чернозём выщелоченный среднесуглинистый, Пензенская область, Нижнеломовский район, ООО «Пензасемкартофель»																														
1. Без удобрений	24	30	52	62	70	78	23	31	54	63	71	77	21	27	51	91	98	104	24	31	57	66	72	79	23	30	54	71	78	85
2. P ₆₀ K ₁₂₀	24	30	53	63	72	80	23	30	53	63	73	79	21	27	50	91	98	105	24	31	56	68	74	81	23	30	53	71	79	86
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	24	30	53	64	74	82	23	30	52	64	74	80	20	27	50	91	98	106	24	30	56	69	75	82	23	29	53	72	80	88
4.N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	24	30	53	65	75	84	23	30	52	64	75	82	20	27	50	91	98	106	24	30	56	70	76	83	23	29	53	73	81	89
5.N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	24	29	53	66	76	86	23	30	52	65	76	83	20	26	50	91	98	106	24	30	55	71	78	84	23	29	53	73	82	90
НСР ₀₅	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Прохождение растениями картофеля основных фаз развития от посадки до полного цветения (в днях) в зависимости от региона выращивания и дозы минеральных удобрений,
сорт Голубизна

[illegible]

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Прохождение растениями картофеля основных фаз развития от посадки до полного цветения (в днях) в зависимости от региона выращивания и дозы минеральных удобрений,
сорт Аврора

[illegible]

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Формирование стеблестоя и рост растений в высоту в зависимости от типа почвы и дозы минеральных удобрений, сорт Импала

Дозы минеральных удобрений (д.в. кг/га)	Число стеблей, шт./куст и высота растений, см									
	2008		2009		2010		2011		в среднем за 4 года	
	шт./куст	высота	шт./куст	высота	шт./куст	высота	шт./куст	высота	шт./куст	высота
Дерново-подзолистая супесчаная почва (Московская область, Люберецкий район)										
1. Без удобрений	5,0	57	4,4	50	3,0	31	4,0	31	4,1	42
2. P ₆₀ K ₁₂₀	4,9	61	4,4	53	3,3	32	4,1	35	4,2	45
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	5,0	63	5,0	54	3,5	32	4,2	36	4,4	46
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	5,1	62	5,2	54	3,5	32	4,4	40	4,6	47
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	5,0	62	5,1	55	3,5	32	4,3	41	4,5	48
НСР ₀₅	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0
Чернозём выщелоченный среднесуглинистый (Пензенская область, Нижнеломовский район)										
1. Без удобрений	4,9	59	4,5	51	3,0	27	4,3	34	4,2	43
2. P ₆₀ K ₁₂₀	5,0	62	4,6	53	3,0	28	4,4	37	4,3	45
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	5,0	63	5,0	55	3,0	29	4,4	37	4,4	46
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	5,0	63	5,0	54	3,0	30	4,5	41	4,4	47
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	5,1	62	5,1	56	3,0	31	4,5	43	4,4	48
НСР ₀₅	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0

Формирование стеблестоя и рост растений в высоту в зависимости от типа почвы и дозы минеральных удобрений, сорт Ред Скарлетт

Дозы минеральных удобрений (д.в. кг/га)	Число стеблей, шт./куст и высота растений, см									
	2008		2009		2010		2011		в среднем за 4 года	
	шт./куст	высота	шт./куст	высота	шт./куст	высота	шт./куст	высота	шт./куст	высота
Дерново-подзолистая супесчаная почва (Московская область, Люберецкий район)										
1. Без удобрений	7,5	55,0	6,5	48	3,7	34	4,4	39	5,5	44
2. P ₆₀ K ₁₂₀	7,6	60,0	6,8	53	4,0	35	4,5	42	5,7	48
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	7,6	62,0	7,1	56	4,0	36	4,6	43	5,8	49
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	7,7	64,0	7,3	60	4,1	36	4,8	43	6,0	51
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	7,7	66,0	7,3	62	4,1	38	4,8	43	6,0	52
НСР ₀₅	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0
Чернозём выщелоченный среднесуглинистый (Пензенская область, Нижнеломовский район)										
1. Без удобрений	7,6	57	6,5	45	3,0	33	5,0	42	5,5	44
2. P ₆₀ K ₁₂₀	7,6	59	6,7	55	3,1	34	5,1	46	5,6	49
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	7,6	62	7,3	62	3,1	34	5,1	48	5,8	52
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	7,7	63	7,5	63	3,0	34	5,0	49	5,8	52
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	7,7	67	7,5	63	3,1	35	5,1	50	5,9	54
НСР ₀₅	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В

Формирование стеблестоя и рост растений в высоту в зависимости от типа почвы и дозы минеральных удобрений, сорт Брянский деликатес

Дозы минеральных удобрений (д.в. кг/га)	Число стеблей, шт./куст и высота растений, см									
	2008		2009		2010		2011		в среднем за 4 года	
	шт./куст	высота	шт./куст	высота	шт./куст	высота	шт./куст	высота	шт./куст	высота
Дерново-подзолистая супесчаная почва (Московская область, Люберецкий район)										
1. Без удобрений	4,2	59	3,9	56	2,5	26	2,8	44	3,4	46
2. P ₆₀ K ₁₂₀	4,3	62	4,0	57	2,7	27	2,9	47	3,5	48
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	4,4	63	4,1	57	2,6	28	2,9	49	3,5	49
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,4	63	4,1	58	2,6	28	3,0	52	3,5	50
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	4,5	63	4,0	58	2,5	28	3,0	52	3,5	50
HCP ₀₅	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0
Чернозём выщелоченный среднесуглинистый (Пензенская область, Нижнеломовский район)										
1. Без удобрений	4,5	61	4,0	58	2,0	26	3,3	49	3,5	49
2. P ₆₀ K ₁₂₀	4,6	64	4,0	59	2,1	27	3,5	54	3,6	51
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	4,7	65	4,1	59	2,0	28	3,6	55	3,6	52
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,6	66	4,1	60	2,1	28	3,6	56	3,6	53
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	4,7	66	4,1	60	2,0	28	3,6	56	3,6	53
HCP ₀₅	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0

Формирование стеблестоя и рост растений в высоту в зависимости от типа почвы и дозы минеральных удобрений, сорт Голубизна

Дозы минеральных удобрений (д.в. кг/га)	Число стеблей, шт./куст и высота растений, см									
	2008		2009		2010		2011		в среднем за 4 года	
	шт./куст	высота	шт./куст	высота	шт./куст	высота	шт./куст	высота	шт./куст	высота
Дерново-подзолистая супесчаная почва (Московская область, Люберецкий район)										
1. Без удобрений	5,5	60	5,0	57	3,0	26	3,8	41	4,3	46
2. P ₆₀ K ₁₂₀	5,6	63	5,2	60	3,0	28	4,1	45	4,5	49
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	5,7	64	5,5	59	3,1	27	4,7	48	4,8	50
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	5,7	65	5,5	60	3,0	28	4,8	52	4,8	51
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	5,8	66	5,6	60	3,0	27	4,8	52	4,8	51
HCP ₀₅	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0
Чернозём выщелоченный среднесуглинистый (Пензенская область, Нижнеломовский район)										
1. Без удобрений	5,5	61	5,1	58	2,2	25	4,0	50	4,2	49
2. P ₆₀ K ₁₂₀	5,6	63	5,2	61	2,3	26	4,3	54	4,4	51
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	5,7	64	5,4	62	2,3	26	4,6	55	4,5	52
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	5,8	66	5,5	63	2,3	26	4,8	57	4,6	53
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	5,8	66	5,6	63	2,3	26	4,8	57	4,6	53
HCP ₀₅	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Товарность клубней исследуемых сортов картофеля в зависимости от типа почвы и доз минеральных удобрений, 2008 г., %

Дозы минеральных удобрений (д.в. кг/га)	Тип почвы											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
1. Без удобрений	72,0	68,0	75,0	78,0	68,0	65,0	78,0	72,0	79,0	69,0	67,0	65,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	74,0	73,0	80,0	80,0	75,0	78,0	82,0	80,0	84,0	74,0	73,0	77,0
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	75,0	75,0	84,0	81,0	77,0	78,0	83,0	83,0	85,0	80,0	78,0	83,0
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	77,0	80,0	87,0	82,0	79,0	80,0	84,0	88,0	89,0	83,0	81,0	85,0
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	78,0	89,0	91,0	82,0	81,0	83,0	85,0	92,0	93,0	85,0	85,0	88,0
НСР ₀₅	2,5	2,5	3,0	2,5	2,5	2,4	2,5	2,5	2,8	2,4	2,4	2,4

Товарность клубней исследуемых сортов картофеля в зависимости от типа почвы и доз минеральных удобрений, 2009 г., %

Дозы минеральных удобрений (д.в. кг/га)	Тип почвы											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
1. Без удобрений	80,0	78,0	77,0	79,0	73,0	73,0	72,0	73,0	74,0	60,0	63,0	60,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	83,0	82,0	81,0	81,0	78,0	75,0	79,0	75,0	80,0	69,0	70,0	68,0
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	85,0	85,0	85,0	83,0	83,0	78,0	81,0	78,0	85,0	74,0	75,0	73,0
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	87,0	87,0	88,0	83,0	85,0	82,0	82,0	80,0	89,0	78,0	78,0	80,0
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	88,0	89,0	92,0	83,0	86,0	84,0	83,0	83,0	92,0	81,0	82,0	85,0
НСР ₀₅	2,0	2,0	2,2	2,0	2,5	2,5	2,0	2,0	2,4	2,0	2,0	2,0

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Г

Товарность клубней исследуемых сортов картофеля в зависимости от типа почвы и доз минеральных удобрений, 2010 г., %

Дозы минеральных удобрений (д.в. кг/га)	Тип почвы											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
1. Без удобрений	28,0	45,0	25,0	41,0	33,0	40,0	28,0	38,0	24,0	35,0	25,0	30,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	30,0	47,0	26,0	42,0	35,0	41,0	29,0	40,0	24,0	36,0	26,0	32,0
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	31,0	48,0	26,0	42,0	36,0	42,0	29,0	41,0	25,0	37,0	27,0	33,0
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	31,0	49,0	26,0	44,0	38,0	43,0	29,0	41,0	25,0	37,0	29,0	35,0
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	32,0	50,0	27,0	45,0	40,0	44,0	29,0	41,0	25,0	37,0	29,0	36,0
НСР ₀₅	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	1,0	1,0	1,0

Товарность клубней исследуемых сортов картофеля в зависимости от типа почвы и доз минеральных удобрений, 2011 г., %

Дозы минеральных удобрений (д.в. кг/га)	Тип почвы											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
1. Без удобрений	66,0	59,0	48,0	55,0	53,0	63,0	69,0	60,0	60,0	63,0	58,0	65,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	68,0	62,0	50,0	57,0	55,0	65,0	74,0	67,0	70,0	67,0	64,0	70,0
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	68,0	63,0	53,0	58,0	58,0	66,0	76,0	73,0	77,0	74,0	70,0	75,0
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	69,0	64,0	57,0	60,0	59,0	67,0	79,0	78,0	81,0	76,0	75,0	78,0
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	70,0	65,0	61,0	61,0	60,0	68,0	80,0	82,0	83,0	77,0	77,0	81,0
НСР ₀₅	1,5	1,5	1,3	1,3	1,2	1,5	1,5	1,6	1,6	1,5	1,4	1,5

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Выход товарных клубней сортов картофеля в зависимости от типа почвы и доз минеральных удобрений, 2008 г., т/га

Дозы минеральных удобрений (д.в. кг/га)	Тип почвы											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
1. Без удобрений	16,7	14,3	19,1	17,2	17,7	15,3	25,0	21,2	25,9	22,8	23,0	17,9
2. P ₆₀ K ₁₂₀	19,9	19,0	24,0	21,6	21,8	22,6	31,4	26,4	31,3	26,3	27,0	26,2
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	23,7	23,4	27,5	25,9	24,2	25,0	35,1	28,6	33,5	29,8	30,2	31,0
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	25,8	25,5	29,1	27,1	25,8	26,5	36,8	30,9	36,0	32,3	32,0	32,8
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	27,8	30,5	33,4	28,2	26,7	27,6	38,3	32,9	38,4	33,3	34,4	35,0
НСР ₀₅	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Выход товарных клубней сортов картофеля в зависимости от типа почвы и доз минеральных удобрений, 2009 г., т/га

[illegible]

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Д

Выход товарных клубней сортов картофеля в зависимости от типа почвы и доз минеральных удобрений, 2010 г., т/га

Дозы минеральных удобрений (д.в. кг/га)	Тип почвы											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
1. Без удобрений	1,8	1,8	1,2	0,9	1,2	1,1	1,4	1,1	1,0	0,6	0,6	0,8
2. P ₆₀ K ₁₂₀	2,0	2,0	1,3	1,1	1,4	1,4	1,5	1,3	1,1	0,8	0,7	1,0
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	2,2	2,2	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,4	1,2	0,9	0,7	1,1
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	2,2	2,4	1,4	1,5	1,7	1,7	1,6	1,4	1,3	1,0	0,8	1,2
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	2,4	2,5	1,5	1,6	2,0	1,9	1,6	1,4	1,3	1,1	0,8	1,3
НСР ₀₅	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Выход товарных клубней сортов картофеля в зависимости от типа почвы и доз минеральных удобрений, 2011 г., т/га

Дозы минеральных удобрений (д.в. кг/га)	Тип почвы											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
1. Без удобрений	7,9	4,7	5,3	3,9	4,3	7,1	12,0	9,1	9,7	10,4	9,6	11,1
2. P ₆₀ K ₁₂₀	8,8	5,3	5,9	4,3	4,8	7,8	14,7	11,5	12,8	11,9	11,1	12,7
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	9,1	5,5	6,6	4,5	5,3	8,3	16,0	13,1	15,1	13,6	12,5	14,2
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	9,5	5,7	7,2	4,7	5,5	8,6	17,4	14,3	16,6	14,4	13,7	15,1
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	9,8	5,9	7,8	4,9	5,8	9,0	18,4	15,3	17,5	15,0	14,2	16,2
НСР ₀₅	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Прибавка урожайности сортов картофеля в зависимости от дозы минеральных удобрений и типа почвы, %, 2008 г.

Варианты доз минеральных удобрений, кг по д.в.	Прибавка общего урожая (%) по типам почвы:											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
	Контроль + P ₆₀ K ₁₂₀	15,9	23,8	17,6	22,7	11,5	22,9	19,3	12,2	13,7	7,9	7,9
P ₆₀ K ₁₂₀ + N ₆₀	17,5	20,0	9,0	18,5	8,3	10,3	10,4	4,5	5,6	4,5	4,6	10,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + P ₆₀	6,0	2,2	2,4	3,1	4,1	3,4	3,5	1,7	2,8	4,6	2,1	3,2
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + K ₁₂₀	6,6	7,5	9,6	4,2	0,9	0,6	2,7	2,0	2,0	0,8	2,5	3,1

Прибавка урожайности сортов картофеля в зависимости от дозы минеральных удобрений и типа почвы, %, 2009 г.

Варианты доз минеральных удобрений, кг по д.в.	Прибавка общего урожая (%) по типам почвы:											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
	Контроль + P ₆₀ K ₁₂₀	15,8	23,7	22,3	20,3	18,9	15,5	19,1	21,8	13,6	23,2	20,6
P ₆₀ K ₁₂₀ + N ₆₀	16,6	13,5	11,1	13,6	12,1	16,5	6,9	10,4	13,2	9,6	8,3	15,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + P ₆₀	2,2	4,2	4,6	3,3	5,4	5,9	2,9	4,5	3,9	6,0	2,4	4,9
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + K ₁₂₀	3,9	3,7	2,4	8,4	3,6	1,8	4,9	3,6	2,4	1,9	3,6	2,5

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Е

Прибавка урожайности сортов картофеля в зависимости от дозы минеральных удобрений и типа почвы, %, 2010 г.

Варианты доз минеральных удобрений, кг по д.в.	Прибавка общего урожая (%) по типам почвы:											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
Контроль + P ₆₀ K ₁₂₀	3,1	7,5	4,2	22,7	14,3	17,9	6,0	10,0	15,0	22,2	8,0	20,0
P ₆₀ K ₁₂₀ + N ₆₀	4,5	4,7	4,0	22,2	5,0	9,1	1,9	3,0	4,3	13,6	0,0	10,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + P ₆₀	2,9	6,7	5,8	3,0	9,5	11,1	0,0	0,0	4,2	12,0	3,7	3,0
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + K ₁₂₀	2,8	2,1	3,6	5,9	8,7	7,5	1,9	2,9	2,0	7,1	0,0	2,9

Прибавка урожайности сортов картофеля в зависимости от дозы минеральных удобрений и типа почвы, %, 2011 г.

Варианты доз минеральных удобрений, кг по д.в.	Прибавка общего урожая (%) по типам почвы:											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
	Контроль + P ₆₀ K ₁₂₀	7,5	6,3	6,4	5,6	6,1	7,1	13,8	13,9	13,0	7,3	4,8
P ₆₀ K ₁₂₀ + N ₆₀	3,9	3,5	6,0	2,7	4,6	4,2	6,1	4,7	7,1	4,0	2,9	3,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + P ₆₀	2,2	1,1	1,6	1,3	2,2	3,2	4,8	1,7	4,6	2,7	1,7	2,6
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + K ₁₂₀	2,2	1,1	1,6	2,6	3,2	3,1	4,5	2,2	2,9	3,2	1,1	3,1

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Прибавка выхода товарных клубней сортов картофеля в зависимости от доз минеральных удобрений и типа почвы, %, 2008 г.

Варианты доз минеральных удобрений, кг по д.в.	Прибавка урожая товарных клубней (%) по типам почвы:											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
Контроль + P ₆₀ K ₁₂₀	19,2	32,9	25,5	25,9	23,0	47,5	25,4	24,7	20,9	15,7	17,5	46,5
P ₆₀ K ₁₂₀ + N ₆₀	19,1	23,3	14,5	20,0	11,2	10,3	11,8	8,5	6,9	13,0	11,8	18,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + P ₆₀	8,8	9,1	6,1	4,4	6,8	6,1	4,8	7,9	7,6	8,5	6,0	5,7
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + K ₁₂₀	8,0	19,6	14,6	4,2	3,5	4,4	4,0	6,6	6,6	3,2	7,6	6,7

Прибавка выхода товарных клубней сортов картофеля в зависимости от доз минеральных удобрений и типа почвы, %, 2009 г.

Варианты доз минеральных удобрений, кг по д.в.	Прибавка урожая товарных клубней (%) по типам почвы:											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
	Контроль + P ₆₀ K ₁₂₀	20,1	30,0	28,7	23,4	27,0	18,7	30,7	25,2	22,9	41,7	34,0
P ₆₀ K ₁₂₀ + N ₆₀	19,4	17,6	16,6	16,4	19,3	21,1	9,6	14,8	20,3	17,6	16,1	24,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + P ₆₀	4,6	6,7	8,3	3,3	8,0	11,4	4,1	7,2	8,8	11,7	6,5	15,0
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + K ₁₂₀	5,1	6,1	7,0	8,4	4,8	4,2	6,1	7,5	5,8	5,8	8,9	8,9

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Ж

Прибавка выхода товарных клубней сортов картофеля в зависимости от доз минеральных удобрений и типа почвы, %, 2010 г.

Варианты доз минеральных удобрений, кг по д.в.	Прибавка урожая товарных клубней (%) по типам почвы:											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
	Контроль + P ₆₀ K ₁₂₀	10,4	12,3	8,3	25,7	21,2	20,8	9,8	15,8	15,0	25,7	12,3
P ₆₀ K ₁₂₀ + N ₆₀	8,0	6,9	4,0	22,2	8,0	11,8	1,9	5,6	8,7	16,8	3,8	13,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + P ₆₀	2,9	8,9	5,8	7,9	15,6	13,8	0,0	0,0	4,2	12,0	11,4	9,3
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + K ₁₂₀	6,1	4,2	7,6	8,3	14,4	10,0	1,9	2,9	2,0	7,1	0,0	5,9

Прибавка выхода товарных клубней сортов картофеля в зависимости от доз минеральных удобрений и типа почвы, %, 2011 г.

Варианты доз минеральных удобрений, кг по д.в.	Прибавка урожая товарных клубней (%) по типам почвы:											
	дерново-подзолистая супесчаная						чернозём выщелоченный					
	Сорта											
	ранние			среднеранний	среднеспелые		ранние			среднеранний	среднеспелые	
	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора	Удача	Импала	Ред Скарлетт	Брянский деликатес	Голубизна	Аврора
	Контроль + P ₆₀ K ₁₂₀	10,8	11,7	10,8	9,5	10,1	10,5	22,0	27,2	31,8	14,1	15,7
P ₆₀ K ₁₂₀ + N ₆₀	3,9	5,2	12,3	4,5	10,3	5,8	8,9	14,0	17,8	14,8	12,5	11,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + P ₆₀	3,7	2,7	9,3	4,8	4,0	4,8	8,9	8,6	10,0	5,5	8,9	6,8
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + K ₁₂₀	3,7	2,7	8,7	4,3	5,0	4,6	5,9	7,4	5,5	4,5	3,8	7,1

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Биохимические показатели клубней исследуемых сортов картофеля в зависимости от типа почвы и дозы минеральных удобрений, сентябрь 2008 г.

[illegible]

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ И

[illegible]

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ И

Биохимические показатели клубней исследуемых сортов картофеля в зависимости от типа почвы и дозы минеральных удобрений, сентябрь 2010 г.

[illegible]

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ И

[illegible]

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Пригодность сортов картофеля к вакуумной упаковке по показателю устойчивости мякоти клубней к потемнению в зависимости от сорта, типа почвы, дозы минеральных удобрений и срока хранения (9-балльная шкала),
сентябрь 2008 г.

Дозы удобрений (д.в. кг/га)	Потемнение мякоти через:																	
	ранние									среднеранний			среднеспелые					
	Удача			Импала			Ред Скарлетт			Брянский деликатес			Голубизна			Аврора		
	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней
Дерново-подзолистая супесчаная (Московская область, Люберецкий район)																		
1. Без удобрений	7,0	6,5	5,5	9,0	9,0	8,0	7,0	6,5	6,0	7,0	6,0	5,5	6,5	6,0	5,5	8,0	7,0	6,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	7,0	6,5	6,0	9,0	9,0	9,0	7,5	7,0	6,5	7,5	7,0	6,0	7,0	7,0	6,0	8,0	7,0	7,0
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	8,0	7,5	6,5	9,0	9,0	9,0	7,5	7,0	6,5	7,5	7,0	6,0	7,0	7,0	6,5	9,0	8,0	7,5
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	7,0	6,5	6,0	9,0	8,0	7,5	7,5	7,0	6,5	7,5	7,0	6,0	6,5	5,5	5,0	9,0	8,0	7,5
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	6,5	6,0	6,0	9,0	8,0	7,0	7,0	6,0	6,0	7,5	7,0	5,5	6,0	5,0	5,0	8,0	8,0	7,0
Чернозём выщелоченный среднесуглинистый (Пензенская область, Нижнеломовский район)																		
1. Без удобрений	9,0	9,0	8,0	9,0	9,0	8,0	9,0	8,0	7,0	9,0	8,0	7,0	9,0	7,0	7,0	9,0	8,0	7,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	9,0	9,0	8,0	9,0	9,0	8,0	9,0	8,0	7,0	9,0	8,0	7,0	9,0	7,0	7,0	9,0	8,0	7,0
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	9,0	9,0	8,0	9,0	9,0	8,0	9,0	8,0	7,0	9,0	8,0	7,0	9,0	7,0	7,0	9,0	8,0	8,0
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	9,0	9,0	8,0	9,0	9,0	8,0	9,0	8,0	7,0	9,0	8,0	7,0	9,0	7,0	7,0	9,0	8,0	7,5
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	9,0	9,0	8,0	9,0	9,0	8,0	9,0	8,0	7,0	9,0	8,0	7,0	9,0	7,0	7,0	9,0	8,0	7,5

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ К

Пригодность сортов картофеля к вакуумной упаковке по показателю устойчивости мякоти клубней к потемнению в зависимости от сорта, типа почвы, дозы минеральных удобрений и срока хранения (9-балльная шкала),
сентябрь 2009 г.

Дозы удобрений (д.в. кг/га)	Потемнение мякоти через:																	
	ранние									среднеранний			среднеспелые					
	Удача			Импала			Ред Скарлетт			Брянский деликатес			Голубизна			Аврора		
	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней
Дерново-подзолистая супесчаная (Московская область, Люберецкий район)																		
1. Без удобрений	5,0	4,0	4,0	9,0	6,0	6,0	9,0	6,0	5,0	7,0	6,5	5,5	6,0	4,0	3,0	8,0	6,0	5,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	6,0	5,0	4,5	9,0	7,0	6,0	9,0	7,0	6,0	8,0	7,0	6,0	6,0	5,0	4,0	9,0	6,0	6,0
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	6,0	5,0	4,5	9,0	7,0	6,5	9,0	7,5	6,5	8,0	7,0	6,0	6,0	5,5	4,0	9,0	6,0	6,0
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	5,0	4,0	4,0	9,0	6,0	5,0	8,0	6,0	5,0	8,0	7,0	6,0	6,0	5,0	4,0	9,0	6,0	5,0
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	5,0	4,0	4,0	9,0	6,0	5,0	7,0	6,0	5,0	8,0	7,0	6,0	6,0	5,0	3,5	9,0	6,0	5,0
Чернозём выщелоченный среднесуглинистый (Пензенская область, Нижнеломовский район)																		
1. Без удобрений	6,0	5,0	4,0	9,0	7,0	5,0	8,0	6,0	6,0	8,0	8,0	6,5	8,0	7,0	6,0	9,0	8,0	6,5
2. P ₆₀ K ₁₂₀	7,0	6,0	5,0	9,0	7,0	6,0	8,0	7,0	6,0	8,0	8,0	7,0	8,0	8,0	7,0	9,0	8,0	7,0
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	8,0	7,0	6,0	9,0	7,0	6,0	8,0	7,0	6,5	8,0	8,0	7,0	8,0	8,0	7,0	9,0	8,0	8,0
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	7,0	6,0	5,0	9,0	7,0	6,0	7,0	6,0	6,0	8,0	8,0	7,0	8,0	8,0	7,0	9,0	8,0	7,0
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	7,0	6,0	5,0	9,0	7,0	5,0	7,0	6,0	6,0	8,0	8,0	7,0	8,0	8,0	7,0	9,0	8,0	7,0

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ К

Пригодность сортов картофеля к вакуумной упаковке по показателю устойчивости мякоти клубней к потемнению в зависимости от сорта, типа почвы, дозы минеральных удобрений и срока хранения (9-балльная шкала),
сентябрь 2010 г.

Дозы удобрений (д.в. кг/га)	Потемнение мякоти через:																	
	ранние									среднеранний			среднеспелые					
	Удача			Импала			Ред Скарлетт			Брянский деликатес			Голубизна			Аврора		
	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней
Дерново-подзолистая супесчаная (Московская область, Люберецкий район)																		
1. Без удобрений	8,0	6,0	5,0	9,0	9,0	7,0	9,0	9,0	7,0	7,0	6,0	5,0	9,0	7,0	5,0	9,0	9,0	7,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	9,0	7,0	5,5	9,0	9,0	8,0	9,0	9,0	8,0	7,5	6,5	5,5	9,0	7,0	6,0	9,0	9,0	7,0
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	9,0	7,0	6,0	9,0	9,0	8,0	9,0	9,0	8,0	8,0	7,0	6,0	9,0	7,5	6,5	9,0	9,0	8,0
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	9,0	7,0	6,0	9,0	9,0	8,0	9,0	9,0	8,0	8,0	7,0	6,0	8,5	7,5	6,0	9,0	9,0	7,5
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	9,0	7,0	6,0	9,0	8,0	5,0	9,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0	9,0	6,0	4,5	9,0	9,0	7,5
Чернозём выщелоченный среднесуглинистый (Пензенская область, Нижнеломовский район)																		
1. Без удобрений	9,0	7,0	6,0	9,0	9,0	8,0	9,0	8,0	7,5	8,0	7,0	4,5	8,0	7,0	5,0	9,0	8,0	6,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	9,0	7,0	7,0	9,0	9,0	8,0	9,0	9,0	8,0	8,0	7,0	5,0	8,0	7,0	5,5	9,0	8,0	6,5
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	9,0	7,5	7,0	9,0	9,0	8,0	9,0	9,0	8,0	9,0	7,0	5,0	8,0	7,0	6,0	9,0	8,0	6,5
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	9,0	7,5	7,0	9,0	9,0	8,0	9,0	9,0	7,5	8,0	7,0	5,0	8,0	7,0	5,0	9,0	8,0	6,5
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	9,0	7,0	7,0	9,0	9,0	7,5	9,0	8,0	7,5	8,0	7,0	5,0	8,0	7,0	5,0	9,0	8,0	6,5

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ К

Пригодность сортов картофеля к вакуумной упаковке по показателю устойчивости мякоти клубней к потемнению в зависимости от сорта, типа почвы, дозы минеральных удобрений и срока хранения (9-балльная шкала),
сентябрь 2011 г.

Дозы удобрений (д.в. кг/га)	Потемнение мякоти через:																	
	ранние									среднеранний			среднеспелые					
	Удача			Импала			Ред Скарлетт			Брянский деликатес			Голубизна			Аврора		
	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней	5 дней	10 дней	15 дней
Дерново-подзолистая супесчаная (Московская область, Люберецкий район)																		
1. Без удобрений	6,0	6,0	5,0	9,0	9,0	8,5	8,0	8,0	6,0	7,0	6,0	5,0	6,0	6,0	5,0	7,0	6,0	6,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	7,0	6,5	5,5	9,0	9,0	8,0	8,0	7,0	7,0	7,0	6,5	5,5	7,0	6,5	5,5	8,0	7,0	6,5
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	7,0	6,5	5,5	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	7,0	8,0	7,0	6,0	7,0	7,0	6,0	8,0	7,5	7,0
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	7,0	6,5	5,5	9,0	9,0	9,0	7,0	9,0	7,0	7,0	6,0	5,0	7,0	7,0	6,0	8,0	7,0	6,5
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	6,0	5,5	4,5	9,0	9,0	8,5	8,0	8,0	6,0	7,0	6,0	5,0	7,0	6,0	5,5	7,0	7,0	6,0
Чернозём выщелоченный среднесуглинистый (Пензенская область, Нижнеломовский район)																		
1. Без удобрений	9,0	9,0	7,0	9,0	9,0	8,0	9,0	8,0	7,0	8,0	7,0	6,0	9,0	7,0	5,0	9,0	7,0	6,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	9,0	9,0	7,0	9,0	9,0	8,0	9,0	8,0	8,0	8,0	7,0	6,5	9,0	7,5	5,5	9,0	8,0	6,5
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	9,0	9,0	8,0	9,0	9,0	8,0	9,0	8,0	8,0	8,0	7,0	7,0	9,0	8,0	6,0	9,0	8,0	7,0
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	9,0	9,0	8,0	9,0	9,0	8,0	9,0	8,0	8,0	8,0	7,0	6,5	9,0	8,0	6,0	9,0	8,0	7,0
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	9,0	9,0	7,0	9,0	9,0	8,0	9,0	8,0	7,5	8,0	7,0	6,0	9,0	7,0	5,0	9,0	7,0	6,5

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Пригодность сортов картофеля к быстрой заморозке по показателю устойчивости мякоти клубней к потемнению в зависимости от сорта, типа почвы, дозы минеральных удобрений и срока хранения (сезон хранения 2008-2009 гг. по 9-балльной шкале).

Дозы удобрений (д.в. кг/га)	Потемнение мякоти через:																							
	ранние												среднеранний				среднеспелые							
	Удача				Импала				Ред Скарлетт				Брянский деликатес				Голубизна				Аврора			
	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев
Дерново-подзолистая супесчаная (Московская область, Люберецкий район)																								
1. Без удобрений	2,0	1,7	1,5	1,0	6,0	5,7	5,3	4,0	6,0	5,5	5,0	4,5	6,0	5,0	4,5	4,5	3,5	3,3	3,1	3,0	6,5	6,0	5,6	4,8
2. P ₆₀ K ₁₂₀	2,2	2,0	1,7	1,0	6,0	6,0	5,5	4,0	7,0	6,0	5,5	5,0	6,0	5,0	4,5	4,5	3,6	3,4	3,2	3,0	6,7	6,3	5,7	4,8
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	2,0	1,8	1,6	1,0	7,0	6,8	6,0	5,0	7,0	6,0	5,5	5,0	6,0	5,5	4,5	4,5	4,8	4,6	4,2	3,0	8,0	7,5	7,0	6,5
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	2,0	1,8	1,5	1,0	7,0	5,3	5,0	4,5	7,0	6,0	5,5	5,0	6,0	5,0	4,5	4,5	3,2	3,1	3,0	3,0	7,0	7,0	7,0	6,5
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	2,0	1,8	1,5	1,0	7,0	5,0	5,0	4,0	7,0	6,0	5,0	4,5	6,0	5,0	4,5	4,5	3,5	3,3	3,1	3,0	7,5	7,0	7,0	6,5
Чернозём выщелоченный среднесуглинистый (Пензенская область, Нижнеломовский район)																								
1. Без удобрений	4,0	3,5	3,5	3,0	6,5	6,0	6,0	5,5	8,0	7,0	6,5	6,0	6,0	6,0	5,5	5,0	6,0	5,0	5,0	4,5	6,5	6,0	5,5	5,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	4,5	4,0	4,0	4,0	6,5	6,5	6,0	6,0	8,0	7,5	7,0	6,0	6,0	6,0	5,0	5,0	6,0	5,0	5,0	5,0	6,5	6,5	6,0	5,0
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	4,5	4,0	4,0	4,0	7,0	7,0	6,5	6,0	8,0	7,5	7,0	6,5	7,0	6,0	5,0	5,0	6,0	5,5	5,0	5,0	7,0	6,6	6,0	5,5
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,0	4,0	4,0	4,0	6,5	6,5	6,0	5,5	7,0	7,0	6,5	6,0	7,0	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	7,0	6,5	6,5	6,5
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	4,0	4,0	4,0	3,5	6,5	6,5	6,0	5,5	7,5	7,0	6,5	6,0	7,0	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	7,0	6,5	6,5	6,0

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Л

Пригодность сортов картофеля к быстрой заморозке по показателю устойчивости мякоти клубней к потемнению в зависимости от сорта, типа почвы, дозы минеральных удобрений и срока хранения (сезон хранения 2009-2010 гг. по 9-балльной шкале).

Дозы удобрений (д.в. кг/га)	Потемнение мякоти через:																							
	ранние												среднеранний				среднеспелые							
	Удача				Импала				Ред Скарлетт				Брянский деликатес				Голубизна				Аврора			
	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев
Дерново-подзолистая супесчаная (Московская область, Люберецкий район)																								
1. Без удобрений	6,5	6,0	5,0	5,0	8,0	7,5	7,0	6,0	8,0	7,0	6,0	5,0	6,0	6,0	5,0	5,0	6,5	6,0	5,0	5,0	7,5	7,0	6,0	5,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	7,0	6,0	5,0	5,0	8,0	7,5	6,5	5,0	8,0	7,0	6,0	5,0	7,5	7,0	6,0	5,0	6,5	6,0	5,5	5,0	7,5	7,0	6,0	5,0
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	7,0	6,0	5,0	5,0	8,0	7,5	7,0	6,0	8,0	7,0	6,0	6,0	7,5	7,0	6,0	5,0	7,0	6,0	5,5	5,5	8,0	7,5	6,0	5,0
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	7,0	6,0	5,0	5,0	8,0	7,5	7,0	6,0	8,0	7,0	6,0	5,0	7,5	7,0	6,0	5,0	7,0	6,0	5,5	5,0	8,0	7,5	6,0	5,0
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	6,5	6,0	5,0	5,0	8,0	7,5	7,0	5,0	8,0	7,0	6,0	5,0	6,5	6,0	6,0	5,0	6,5	6,0	5,5	5,0	8,0	7,5	6,0	5,0
Чернозём выщелоченный среднесуглинистый (Пензенская область, Нижнеломовский район)																								
1. Без удобрений	7,0	7,0	6,0	6,0	9,0	8,0	7,5	7,0	9,0	7,5	7,0	6,0	8,0	7,5	7,0	5,0	7,0	7,0	6,5	6,0	8,0	7,5	7,0	6,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	7,0	7,0	6,5	6,0	9,0	8,0	7,5	7,0	9,0	8,0	7,0	6,0	8,0	7,5	7,0	5,5	7,5	7,0	6,5	6,0	8,0	7,5	7,0	5,0
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	7,0	7,5	6,5	6,0	9,0	8,0	7,5	7,0	9,0	8,0	7,0	6,0	8,0	7,5	7,0	6,0	7,5	7,0	6,5	6,0	8,0	8,0	7,5	7,0
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	7,0	7,0	6,0	6,0	9,0	8,0	7,0	6,0	9,0	7,5	7,0	6,0	8,0	7,5	7,0	6,0	7,5	7,0	6,5	6,0	7,5	7,0	6,0	5,0
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	7,0	7,0	6,0	6,0	9,0	8,0	7,0	6,0	9,0	7,5	7,0	6,0	8,0	7,5	7,0	6,0	7,5	6,5	6,5	6,0	7,5	7,0	6,0	6,0

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Л

Пригодность сортов картофеля к быстрой заморозке по показателю устойчивости мякоти клубней к потемнению в зависимости от сорта, типа почвы, дозы минеральных удобрений и срока хранения (сезон хранения 2010-2011 гг. по 9-балльной шкале).

Дозы удобрений (д.в. кг/га)	Потемнение мякоти через:																							
	ранние												среднеранний				среднеспелые							
	Удача				Импала				Ред Скарлетт				Брянский деликатес				Голубизна				Аврора			
	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев
Дерново-подзолистая супесчаная (Московская область, Люберецкий район)																								
1. Без удобрений	8,0	7,0	6,0	4,0	9,0	9,0	8,0	8,0	9,0	8,0	8,0	7,0	9,0	9,0	9,0	5,0	8,0	8,0	8,0	5,0	7,0	6,0	6,0	5,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	9,0	8,0	8,0	6,0	9,0	9,0	9,0	8,0	9,0	8,0	8,0	9,0	9,0	8,0	8,0	5,0	8,0	8,0	8,0	7,0	7,0	6,0	6,0	5,0
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	9,0	8,0	8,0	5,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	6,0	9,0	8,0	8,0	5,0	8,0	8,0	7,0	6,0	7,0	6,0	6,0	5,0
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	9,0	8,0	8,0	5,0	9,0	9,0	8,0	8,0	9,0	9,0	8,0	7,0	8,0	8,0	7,0	5,0	8,0	8,0	8,0	7,0	7,0	6,0	6,0	5,0
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	9,0	9,0	8,0	5,0	9,0	9,0	9,0	8,0	9,0	9,0	9,0	6,0	8,0	8,0	7,0	5,0	8,0	8,0	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	5,0
Чернозём выщелоченный среднесуглинистый (Пензенская область, Нижнеломовский район)																								
1. Без удобрений	7,5	7,0	7,0	6,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	7,0	7,0	6,0	8,0	7,0	7,0	6,0	9,0	8,0	8,0	7,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	7,5	7,0	7,0	6,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	7,0	7,0	6,0	8,0	7,0	7,0	6,0	9,0	9,0	9,0	7,0
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	7,5	7,0	7,0	6,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	7,0	7,0	6,0	8,0	7,0	7,0	6,0	9,0	9,0	9,0	8,0
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	7,5	7,0	7,0	6,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	7,0	7,0	6,0	8,0	7,0	7,0	6,0	9,0	9,0	9,0	7,0
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	7,5	7,0	7,0	6,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	7,0	7,0	6,0	8,0	7,0	7,0	6,0	9,0	9,0	9,0	7,0

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Л

Пригодность сортов картофеля к быстрой заморозке по показателю устойчивости мякоти клубней к потемнению в зависимости от сорта, типа почвы, дозы минеральных удобрений и срока хранения (сезон хранения 2011-2012 гг. по 9-балльной шкале).

Дозы удобрений (д.в. кг/га)	Потемнение мякоти через:																							
	ранние												среднеранний				среднеспелые							
	Удача				Импала				Ред Скарлетт				Брянский деликатес				Голубизна				Аврора			
	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев	10 дней	1 месяц	6 месяцев	12 месяцев
Дерново-подзолистая супесчаная (Московская область, Люберецкий район)																								
1. Без удобрений	6,5	5,5	5,0	3,0	9,0	8,0	7,0	6,5	9,0	9,0	8,0	8,0	7,5	6,5	5,5	5,0	7,0	6,0	5,0	4,5	6,5	6,0	5,0	5,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	7,0	6,0	5,0	3,5	9,0	8,0	7,5	7,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0	7,0	6,0	5,0	5,0	7,0	6,0	5,5	5,0
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	7,0	6,0	5,5	4,0	9,0	8,0	8,0	7,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0	7,0	6,0	6,0	5,0	7,0	7,0	6,0	5,0
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	7,0	6,0	5,0	3,5	9,0	8,0	7,0	7,0	9,0	9,0	8,5	8,5	8,0	7,0	6,0	6,0	7,0	6,0	5,0	5,0	7,0	6,0	5,0	5,0
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	7,0	6,0	5,0	3,5	9,0	8,0	7,0	7,0	9,0	9,0	8,5	8,0	8,0	7,0	6,0	5,5	7,0	6,0	5,0	5,0	7,0	6,0	5,0	5,0
Чернозём выщелоченный среднесуглинистый (Пензенская область, Нижнеломовский район)																								
1. Без удобрений	8,0	7,0	5,5	5,0	9,0	8,5	8,0	7,5	9,0	9,0	9,0	8,0	8,0	7,5	7,0	6,0	7,5	7,0	6,0	4,0	8,0	7,0	6,0	6,0
2. P ₆₀ K ₁₂₀	8,0	7,0	6,0	5,0	9,0	8,5	8,0	7,5	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	7,5	7,0	6,5	7,5	7,0	6,0	5,0	8,0	7,0	6,0	6,0
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	8,0	7,5	6,0	5,0	9,0	9,0	8,0	8,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	7,5	7,0	6,5	7,5	7,0	6,0	5,0	8,0	7,0	6,5	6,0
4. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	8,0	7,0	6,0	5,0	9,0	8,5	8,0	7,5	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	7,5	7,0	6,5	7,5	7,0	6,0	5,0	8,0	7,0	6,0	6,0
5. N ₆₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	8,0	7,0	6,0	5,0	9,0	8,0	8,0	7,5	9,0	9,0	9,0	8,0	8,0	7,5	7,0	6,5	7,5	7,0	6,0	5,0	8,0	7,0	6,0	6,0

ПРИЛОЖЕНИЕ М

Потери картофеля при хранении в зависимости от сорта, температуры и варианта обработки ингибиторами прорастания в 2014-2017 гг (с сентября по май).

Сезон хранения	Сорт	Температура хранения, °С	Вариант обработки, мл/т	Потери всего, %	в том числе			
					убыль массы	потери на ростки	технический отход	абсолютная гниль
2014-2015 гг.	Леди Клэр	5-7	Контроль	8,4	6,7	1,1	0,3	0,3
			Спад-Ник, 48	6,5	6,4	0,0	0,1	0,0
			этилен	6,8	6,4	0,3	0,0	0,1
		8-10	Контроль	18,8	13,2	3,4	0,9	1,3
			Спад-Ник, 104	11,4	11,0	0,0	0,1	0,3
			Спад-Ник, 48 + этилен	12,1	11,7	0,0	0,2	0,2
	Сатурна	5-7	Контроль	8,2	6,6	1,0	0,3	0,3
			Спад-Ник, 48	6,4	6,3	0,0	0,0	0,1
			этилен	6,6	6,4	0,1	0,0	0,1
		8-10	Контроль	18,5	13,0	3,4	0,9	1,2
			Спад-Ник, 104	11,1	11,1	0,0	0,0	0,0
			Спад-Ник, 48 + этилен	12,1	11,9	0,0	0,1	0,1
2015-2016 гг.	Леди Клэр	5-7	Контроль	8,4	6,6	1,1	0,4	0,3
			Спад-Ник, 48	6,7	6,5	0,1	0,1	0,0
			этилен	6,7	6,4	0,2	0,0	0,1
		8-10	Контроль	18,6	13,3	3,2	0,9	1,2
			Спад-Ник, 104	11,4	10,0	0,0	0,3	1,1
			Спад-Ник, 48 + этилен	12,0	10,6	0,0	0,3	1,1
	Сатурна	5-7	Контроль	8,3	6,7	1,0	0,3	0,3
			Спад-Ник, 48	6,5	6,4	0,0	0,0	0,1
			этилен	6,7	6,4	0,1	0,1	0,1
		8-10	Контроль	18,1	13,0	3,0	1,0	1,1
			Спад-Ник, 104	10,6	9,6	0,0	0,2	0,8
			Спад-Ник, 48 + этилен	11,2	10,2	0,0	0,3	0,7
2016-2017 гг.	Леди Клэр	5-7	Контроль	9,0	6,8	1,2	0,4	0,6
			Спад-Ник, 48	6,8	6,5	0,1	0,1	0,1
			этилен	7,1	6,6	0,3	0,1	0,1
		8-10	Контроль	20,1	13,9	3,6	1,2	1,4
			Спад-Ник, 104	12,3	12,0	0,0	0,1	0,2
			Спад-Ник, 48 + этилен	12,9	12,6	0,0	0,1	0,2
	Сатурна	5-7	Контроль	8,8	6,8	1,1	0,4	0,5
			Спад-Ник, 48	6,6	6,4	0,0	0,1	0,1
			этилен	6,9	6,5	0,2	0,1	0,1
		8-10	Контроль	19,6	13,7	3,5	1,0	1,4
			Спад-Ник, 104	11,7	11,5	0,0	0,1	0,1
			Спад-Ник, 48 + этилен	14,1	14,0	0,0	0,0	0,1

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

Биохимические показатели клубней и качество быстрозамороженного картофеля при обжаривании в зависимости от сорта и варианта обработки ингибиторами прорастания (8-10 °С, март 2015 г.)

Сорт	Вариант обработки	Содержание, %		Качество обжаренного картофеля в баллах			
		сухого вещества	редуцирующих сахаров	без бланширования		с бланшированием	
				цвет	консистенция	цвет	консистенция
Леди Клэр	Спад-Ник 104 мл/т	23,8	0,01	9,0	9,0	7,0	8,0
	Спад-Ник 48 мл/т + этилен	23,4	0,10	9,0	9,0	7,0	8,0
Сатурна	Спад-Ник 104 мл/т	24,0	0,05	9,0	9,0	7,0	8,0
	Спад-Ник 48 мл/т + этилен	23,8	0,10	9,0	9,0	7,0	8,0

Биохимические показатели клубней и качество быстрозамороженного картофеля при обжаривании в зависимости от сорта и варианта обработки ингибиторами прорастания (8-10 °С, март 2016 г.)

Сорт	Вариант обработки	Содержание, %		Качество обжаренного картофеля в баллах			
		сухого вещества	редуцирующих сахаров	без бланширования		с бланшированием	
				цвет	консистенция	цвет	консистенция
Леди Клэр	Спад-Ник 104 мл/т	23,4	0,01	9,0	8,0	8,0	8,0
	Спад-Ник 48 мл/т + этилен	23,2	0,05	9,0	8,0	8,0	8,0
Сатурна	Спад-Ник 104 мл/т	24,5	0,05	8,0	8,0	7,0	8,0
	Спад-Ник 48 мл/т + этилен	24,0	0,10	8,0	8,0	7,0	8,0

Биохимические показатели клубней и качество быстрозамороженного картофеля при обжаривании в зависимости от сорта и варианта обработки ингибиторами прорастания (8-10 °С, март 2017 г.)

Сорт	Вариант обработки	Содержание, %		Качество обжаренного картофеля в баллах			
		сухого вещества	редуцирующих сахаров	без бланширования		с бланшированием	
				цвет	консистенция	цвет	консистенция
Леди Клэр	Спад-Ник 104 мл/т	23,3	0,05	9,0	8,0	8,0	8,0
	Спад-Ник 48 мл/т + этилен	23,1	0,10	9,0	8,0	8,0	8,0
Сатурна	Спад-Ник 104 мл/т	24,4	0,10	9,0	7,0	8,0	7,0
	Спад-Ник 48 мл/т + этилен	24,0	0,25	8,0	7,0	7,0	7,0

**ПРЕЗИДИУМ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК**

**НАГРАЖДАЕТ
ДИПЛОМОМ**

**МАЛЬЦЕВА
Станислава Владимировича**

*Кандидата сельскохозяйственных наук,
старшего научного сотрудника
Всероссийского научно-исследовательского института
картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха*

***За лучшую завершенную научную
разработку 2013 года***

**Инновационный технологический процесс
возделывания, уборки, хранения и реализации
картофеля для крупнотоварных хозяйств России**

в составе авторского коллектива

**Президент Российской академии
сельскохозяйственных наук**



Г.Романенко

ГЛАВА
муниципального
образования Люберецкий
муниципальный район
Московской области

НАГРАЖДАЕТ

Мальцева
Станислава
Владимировича

**старшего научного сотрудника группы хранения и
переработки ФГБНУ ВНИИКХ им. А.Г. Лорха**

**за многолетний добросовестный труд,
значительный вклад в развитие отрасли
картофелеводства и в связи
с 85-летием со дня образования учреждения**

Глава района



2015 г.

В. П. Ружицкий



СЕРТИФИКАТ УЧАСТНИКА

Международной научно-практической конференции
РАДИАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ:
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

МАЛЫЦЕВ Станислав Владимирович

Доклад: ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ
НА КЛУБНИ КАРТОФЕЛЯ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРИ ХРАНЕНИИ

Директор ФГБНУ ВНИИРАЭ,
член-кор. РАН, проф., д.б.н.
САНЖАРОВА Н.И.

Директор ИЯФ СО РАН,
академик РАН, д. ф.-м.н.
ЛОГАЧЕВ П.В.



При поддержке

International Atomic Energy Agency

26-28 сентября 2018 г.

г. Обнинск



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
КАРТОФЕЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА ИМЕНИ А.Г. ЛОРХА»

сертификат

участника

Научно-практической конференции
«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА, ХРАНЕНИЯ И
ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ»

Мальцев Станислав Владимирович

Директор ФГБНУ ВНИИКХ

1-2 августа 2017 г.

С.В. Жевора

пос. Красково Московской области



АКТ

О внедрении законченной научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представитель федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха» в лице консультанта научно-исследовательской работы

_____ д.т.н., профессора Пшеченкова Константина Александровича _____

и представитель _____ АО «Озёры» _____

(наименование организации, предприятия)

в лице _____ генерального директора Прямова Сергея Борисовича _____

составили настоящий акт в том, что результаты научно-исследовательской работы на тему: «Совершенствование элементов технологии выращивания, уборки и хранения картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки и быстрой заморозки в Центральном регионе России» выполненной: _____ «Группой хранения и переработки картофеля» _____

ФГБНУ ВНИИКХ в 2008-2018 годах внедрены в _____ АО «Озёры» _____

(предприятие, организация)

путём сравнительных испытаний производства картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки и быстрой заморозки по обычно применяемой в хозяйстве технологии и по технологии с использованием усовершенствованных элементов выращивания, уборки и хранения. Картофель в качестве сырья для данных видов переработки выращивался в 2017-2018 гг. на площади 200 га с ежегодным объёмом хранения 4-6 тыс. тонн. _____

(указать, каким образом внедрена работа)

Внедрение результатов исследований дало возможность предприятию

(организации) получить следующий экономический эффект:

1. Хранение семенного картофеля сортов Леди Клэр, Галя и Сатурна в среде этилена с последующим выращиванием при локальном внесении удобрений в дозе $N_{60}P_{60-120}K_{120}$ и при орошении обеспечило прибавку урожайности на 3,0; 6,3; 3,4 т/га соответственно. _____

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ С

С учётом увеличения выхода товарных клубней на 2,1-2,7% условный доход от применения этилена составил 25,9-52,9 тыс. руб./га. Себестоимость картофеля при этом снизилась в зависимости от сорта на 0,5-0,8 тыс. руб./т.; окупаемость затрат составила 6,7-7,7 рублей на рубль дополнительных затрат.

2. Применение фитогормона этилена при хранении картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки (5-7 °С) и этилена совместно с вдвое уменьшенной дозой препарата Спад-Ник предназначенного для быстрой заморозки (8-10 °С) сократило расходы соответственно на 175,58 руб./т (или на 38%) и на 252,42 руб./т (или на 25%) по сравнению с вариантами использования одного только препарата Спад-Ник в половинной и полной дозах. Суммарный экономический эффект от применения этилена на этапе выращивания и хранения (с учётом применения энергосберегающих вентиляторов) составил 1009,52 руб./т. для картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки и 1077,12 руб./т - для быстрой заморозки.

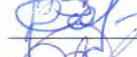
3. Внедрение разработанных усовершенствованных элементов технологии на всех этапах замкнутого цикла производства продукции (выращивание, уборка в оптимальные сроки, хранение и переработка специально подобранных сортов с отходом при очистке на 4,8% ниже) обеспечило получение дополнительной прибыли в размере 4714,23 руб./т при вакуумировании клубней и 6749,03 руб./т при быстрой заморозке. Рентабельность производства возросла соответственно на 21,00% и 17,91%.

Предложения о дальнейшей работе по внедрению:

1. Признать разработанные усовершенствованные элементы выращивания, уборки и хранения картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки и быстрой заморозки в Центральном регионе России целесообразными и экономически обоснованными.
2. Совместно с группой «Хранение и переработка картофеля» ФГБНУ ВНИИКСХ продолжить исследования по производству картофеля, предназначенного для промпереработки с использованием новых и перспективных сортов отечественной селекции.

В научно-исследовательской работе принимали участие:

канд. с.-х. наук, старший науч. сотр.
агроном I категории
агроменеджер АО «Озёры»

 С.В. Мальцев
 З.В. Сазонова
 В.Н. Романюк

Представитель ФГБНУ ВНИИКСХ
научный консультант работы

 К.А. Пшеченков
М.П. «Оз» 2 декабря 2018 г.

Генеральный директор АО «Озёры»

 С.Б. Прямов
М.П. «Оз» 2 декабря 2018 г.



АКТ

О внедрении законченной научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представитель федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха» в лице консультанта научно-исследовательской работы

_____ д.т.н., профессора Пшеченкова Константина Александровича
и представитель _____ ООО «Сонида»
(наименование организации, предприятия)

в лице _____ генерального директора Гудковой Прасковьи Петровны
составили настоящий акт в том, что результаты научно-исследовательской работы на тему:
«Совершенствование элементов технологии выращивания, уборки и хранения картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки и быстрой заморозки в Центральном регионе России»

выполненной: «Группой хранения и переработки картофеля»
ФГБНУ ВНИИКХ в 2008-2018 годах внедрены в _____ ООО «Сонида»
(предприятие, организация)

путём сравнительных испытаний производства картофеля в вакуумной упаковке по обычно применяемой на предприятии технологии и по технологии с использованием усовершенствованных элементов выращивания (в части выбора наиболее подходящих сортов) и хранения сырья и готового продукта при соответствующих рекомендуемых оптимальных температурах. Ежегодный объём производства высококачественного картофеля в вакуумной упаковке в 2017-2018 гг. составлял 300-350 т

(указать, каким образом внедрена работа)

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Т

Внедрение результатов исследований дало возможность предприятию (организации) получить следующий экономический эффект:

Использование для переработки рекомендуемых сортов картофеля (Леди Клэр, Ред Скарлетт, Гала, Русский сувенир, Сиреневый туман, Спиридон), отличающихся оптимальным содержанием сухого вещества (20-23%), высокими потребительскими показателями (устойчивость мякоти к потемнению без применения консервантов в течение 10-15 дней, сохранность тургора клубней в вакуумной упаковке), а также хранение сырья при рекомендуемой температуре 5-7 °С и подготовленного к реализации вакуумированного картофеля при 2-3 °С, обеспечило высокое качество продукции, её конкурентоспособность на рынке и возможность реализации по более высокой цене (в среднем за сезон на 2,0 тыс. руб./т). При мелкой глубине залегания глазков у подобранных сортов и, как следствие, минимизации отходов при механической очистке (на 4,5-5,5%) суммарный экономический эффект от внедрения элементов данной технологии составил 3,33-3,63 тыс. руб./т или 1,1-1,2 млн руб. в год с учётом объёмов переработки

Предложения о дальнейшей работе по внедрению:

1. Признать разработанные усовершенствованные элементы выращивания, уборки и хранения картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки и быстрой заморозки в Центральном регионе России целесообразными и экономически обоснованными.
2. Совместно с группой «Хранение и переработка картофеля» ФГБНУ ВНИИКСХ продолжить исследования по производству картофеля, предназначенного для промпереработки с использованием новых и перспективных сортов отечественной селекции.

В научно-исследовательской работе принимали участие:

канд. с.-х. наук, старший науч. сотр.
агроном I категории

 С.В. Мальцев
 З.В. Сазонова

Представитель ФГБНУ ВНИИКСХ
научный консультант работы

 К.А. Пшеченков
М.П. «04» декабря 2018 г.


Генеральный директор ООО «Сонида»

 П.П. Гудкова
М.П. «04» декабря 2018 г.


АКТ

О внедрении законченной научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, представитель федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха» в лице консультанта научно-исследовательской работы

д.т.н., профессора Пшеченкова Константина Александровича
и представитель ООО «Таширово»
(наименование организации, предприятия)

в лице генерального директора Демченко Максима Владимировича
составили настоящий акт в том, что результаты научно-исследовательской работы на тему:
«Совершенствование элементов технологии выращивания, уборки и хранения картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки и быстрой заморозки в Центральном регионе России»

выполненной: «Группой хранения и переработки картофеля»
ФГБНУ ВНИИКХ в 2008-2018 годах внедрены в ООО «Таширово»
(предприятие, организация)

путём сравнительных испытаний выращивания картофеля как сырья для вакуумной упаковки и быстрой заморозки с шириной междурядий 75 и 90 см, уборкой прямым комбайнированием и выращивания с шириной междурядий 90 см с комбинированным способом уборки по схемам 2+2 и 2+4. Ежегодный объём производства сырья для вакуумной упаковки и быстрой заморозки по рекомендуемой технологии в 2016-2018 гг. составлял 1,5-2,0 тыс. т.

(указать, каким образом внедрена работа)

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ У

Внедрение результатов исследований дало возможность предприятию (организации) получить следующий экономический эффект:

1. Широкорядное выращивание (90 см) и комбинированный способ уборки картофеля по схемам 2+2 и 2+4 на дерново-подзолистой тяжёлосуглинистой почве Наро-Фоминского района Московской области позволили проводить уборочные работы в оптимальные максимально сжатые сроки, что обеспечивало закладку на хранение клубней с минимальными механическими повреждениями (особенно актуально было в затяжную дождливую осень 2016 года) и обеспечивало снижение отходов при механической ножевой очистке на 3,0% или на 0,90-1,41 тыс. руб./т в зависимости от варианта переработки (вакуумная упаковки или быстрая заморозка) при себестоимости сырья 30 и 47 тыс. руб./т соответственно.
 2. Оснащение картофелехранилища современной системой активной вентиляции с регулируемым числом оборотов и системой управления микроклиматом «АГРО-7 микроклимат» обеспечило снижение потерь при длительном хранении картофеля на 5% (или на 75-100 т), что в стоимостном выражении составило 1,50 и 2,35 тыс. руб./т при вакуумной упаковке и быстрой заморозке картофеля соответственно.
- Суммарный экономический эффект при переработке картофеля составил 2,40 и 3,76 тыс. руб./т

Предложения о дальнейшей работе по внедрению:

1. Признать разработанные усовершенствованные элементы выращивания, уборки и хранения картофеля, предназначенного для вакуумной упаковки и быстрой заморозки в Центральном регионе России целесообразными и экономически обоснованными.
2. Совместно с группой «Хранение и переработка картофеля» ФГБНУ ВНИИКС продолжить исследования по производству картофеля, предназначенного для промпереработки на основе дальнейшей модернизации картофелехранилищ

В научно-исследовательской работе принимали участие:

канд. с.-х. наук, старший науч. сотр.

агроном I категории

С.В. Мальцев

З.В. Сазонова

Представитель ФГБНУ ВНИИКС

научный консультант работы

К.А. Пшеченков

М.П. «23» ноября 2018 г.

Генеральный директор ООО «Таширово»

М.В. Демченко

М.П. «23» ноября 2018 г.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВИРОВАНИЯ-филиал Федерального
государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный
центр пищевых систем им. В.М.Горбатова» РАН
(«ВНИИТеК» - филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М.Горбатова»
РАН)

142703, Московская область, Ленинский район, г. Видное, ул. Школьная, д. 78
 тел./факс 8-495- 541-08-92, www.vniitek.ru, E-mail: vniitek@vniitek.ru

Заключение микробиологических исследований продукции

Дата начала анализа: 11.10.2018

Дата окончания анализа: 07.11.2018

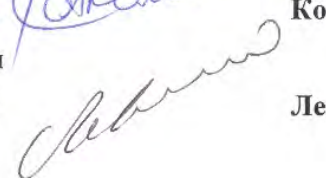
Наименование испытанного продукта: «Свежий очищенный картофель сорта Гала, упакованный под вакуумом». Полимерный пакет, 400-450 г, выработан 10.10.2018г.
 Хранение продукта при 0-2 °С. В соответствии с ТУ 9730-276-04782324-08.

№ про-бы	Наименование микробиологического показателя и метод испытания	Начальная обсеменен-ность	Через 5 суток хранения	Через 15 суток хранения	Через 20 суток хранения
1	2	3	4	5	6
1-2	- количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г по ГОСТ 10444.15-94	$6,4 \times 10^2$ $9,2 \times 10^2$	$9,0 \times 10^3$ $7,2 \times 10^3$	$1,2 \times 10^6$ $2,0 \times 10^6$	$4,8 \times 10^6$ $3,6 \times 10^6$
1-2	- БГКП (колиформные бактерии) в 0,1 г продукта по ГОСТ 31747-2012	Не обнаружены	Не обнаружены	Обнаружены	Обнаружены
1-2	- патогенные микроорганизмы рода Salmonella в 25 г продукта по ГОСТ 31659-2012	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
1-2	- дрожжи, КОЕ/г по ГОСТ 10444.12-2013	$4,0 \times 10^1$ $2,0 \times 10^1$	$6,0 \times 10^1$ $8,0 \times 10^1$	$8,0 \times 10^1$ $1,1 \times 10^2$	$5,0 \times 10^1$ $3,0 \times 10^1$
1-2	-плесневые грибы, КОЕ/ г по ГОСТ 10444.12-2013	$3,6 \times 10^1$ $6,0 \times 10^1$	$8,0 \times 10^1$ $2,0 \times 10^1$	$9,0 \times 10^1$ $7,0 \times 10^1$	$6,0 \times 10^1$ $9,0 \times 10^1$
1-2	- молочнокислые микроорганизмы в 1,0 г продукта по ГОСТ 30425-97	$1,6 \times 10^1$ $4,0 \times 10^1$	$1,2 \times 10^1$ $1,5 \times 10^1$	$5,5 \times 10^3$ $6,2 \times 10^3$	$2,5 \times 10^5$ $2,9 \times 10^5$
1-2	- сульфитредуцирующие клостридии в 0,1 г по ГОСТ 29185-2014	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены

Анализ проводил:

Вед.н.сотр. лаборатории качества и безопасности пищевой продукции

Ст.н.сотр. лаборатории качества и безопасности пищевой продукции

Колоколова А.Ю.

Левшенко М.Т.