УДК 635.073:631.563:631.243.42

ОБЗОР СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ ПЕРЕД ЗАКЛАДКОЙ НА ДЛИТЕЛЬНОЕ ХРАНЕНИЕ

**Петров Николай Юрьевич1,2, Бикметова Кристина Романовна2**

1Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный аграрный университет"

2Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»

E–mail: npetrov60@list.ru, c.bicmetowa@yandex.ru

Аннотация

Картофель называют вторым хлебом, так как он является наиболее распространенной и ценной, после зерновых, культурой. В процессе хранения, наряду с товарным видом, клубни теряют свои вкусовые качества и полезные вещества. В среднем 2/3 потери массы картофеля приходится на испарение воды и 1/3 на расходование органических веществ при дыхании. Существуют различные способы уменьшения потерь при длительном хранении картофеля, включающие соблюдение температурного режима, определенной влажности воздуха и степени освещенности помещения. А также дополнительную обработку клубней при загрузке в хранилище биологическими и химическими защитно-стимулирующими средствами и ингибиторами прорастания. В промышленности чаще всего используют обработку картофеля этиленом, ХИПК или похожими ингибиторами химического происхождения с целью экономической выходы. Однако применение в этих целях эфирных масел не уступает по эффективности и позволяет получить более экологически чистую продукцию. В статье приведен обзор различных способов хранения картофеля, с упором на использование эфирных масел, обеспечивающих поддержание его товарного вида и уровня полезных веществ. Среди перспективных и набирающих популярность способов можно выделить периодическую обработку клубней картофеля эфирными маслами семейства *Umbellíferae, Rutaceae* и *Lamiaceae*.

Ключевые слова: хранение картофеля, эфирные масла, аскорбиновая кислота, ингибиторы, ХИПК, прорастание картофеля.

OVERVIEW OF METHODS OF PROCESSING POTATOES BEFORE LAYING FOR LONG–TERM STORAGE

**Petrov Nikolay Yurievich1,2, Bikmetova Kristina Romanovna2**

1Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Volgograd State Agricultural University"

2Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences

E–mail: npetrov60@list.ru, c.bicmetowa@yandex.ru

Abstract

Potatoes are called the "second bread", as it is the most common and valuable crop, after cereals. During storage, along with the presentation, the tubers lose its taste qualities and useful substances. On average 2/3 of the weight loss of potatoes is due to the water evaporation and 1/3 to the consumption of organic substances in breathing. There are various ways to reduce losses during long-term storage of potatoes, including compliance with the temperature regime, a certain humidity and the degree of the room illumination. As well as additional treatment of tubers when at loading into the storage with biological and chemical protective-stimulating agents and germination inhibitors. In industry, the treatment of potatoes with ethylene, CIPC or similar inhibitors of chemical origin is most often used for the purpose of economic gain. However the use of essential oils for these purposes is not inferior in efficiency and allows you to get more environmentally friendly products. The article provides an overview of various methods of storing potatoes, with an emphasis on the use of essential oils, which ensure the maintenance of its presentation and the level of nutrients. Among the promising and gaining popularity methods, one can single out the periodic treatment of potato tubers with essential oils of the *Umbellíferae*, *Rutaceae* and *Lamiaceae* families.

Key words: potato storage, essential oils, ascorbic acid, inhibitors, CIPC, potato germination.

Картофель является одной из основных и часто употребляемых овощных культур, “вторым хлебом”, из него можно приготовить множество различных блюд. Помимо своего пищевого назначения он является сырьем для производства таких веществ, как спирт, крахмал, глюкоза, глюкозная патока, витамины и мука, декстрин, молочная кислота, ацетон, бутилен и гликоль. Картофельный крахмал широко используется в фармацевтической, текстильной, деревообрабатывающей и бумажной отраслях как связывающее, скрепляющее, структурное вещество и наполнитель, а в нефтедобывающих компаниях он используется для промывания каналов скважин. Также он является заменителем полистирена и других пластмасс, полностью распадающихся естественным путем, и используется, например, при производстве одноразовой посуды. Клубни картофеля содержат около 20% крахмала, также аскорбиновую кислоту и витамины группы В, предохраняющие от заболеваний нервной и кровеносной систем. Белок картофеля, туберин, содержит 14 из 20 основных аминокислот, необходимых для организма человека. Это в несколько раз больше, чем в любом другом растении.

Однако, как и большинство продуктов, по мере хранения картофель теряет товарный вид, вкусовые качества и, соответственно, полезные вещества. В среднем 2/3 потери массы картофеля при хранении приходится на испарение воды и 1/3 на расходование органических веществ при дыхании. Данные потери справедливы, если температура хранения картофеля составляет менее 5° С, при более высокой температуре усиливается процесс дыхания и сильно возрастают потери массы в результате расхода органических веществ. Так, потери массы клубней при температуре 0° С в результате испарения воды в 3 раза больше, чем в результате дыхания, а при 13° С в 1,3 раза больше.

Существуют различные приемы при длительном хранении картофеля, включающие соблюдение температурного режима, определенной влажности воздуха и степени освещенности помещения. К основным современным приемам, позволяющим значительно сократить потери при длительном хранении картофеля, относятся следующие:

* метод активного вентилирования помещения и соблюдение температурного режима;
* обработка клубней при загрузке в хранилище биологическими и химическими защитно-стимулирующими средствами и ингибиторами прорастания;
* получение генномодифицированного (ГМО) картофеля, который не подвержен гниению.

В статье будет подробно освящен второй прием, обработка клубней биологическими и химическими защитно-стимулирующими средствами и ингибиторами прорастания с целью увеличения лежкости картофеля и сохранения его товарного вида в течение длительного периода. Наиболее подробно будет разобрана тема использования в качестве ингибиторов прорастания эфирных масел и их компонентов. В рамках данной работы был проведен анализ российской и зарубежной литературы за более чем десятилетний период.

Весь период хранения картофеля можно разделить на несколько этапов.

Первый этап хранения начинается сразу после уборки и длится около двух недель. Температурный режим при этом составляет от +15 до +18° С. Во второй фазе, продолжительностью чуть больше недели (10 дней) температура должна составлять от +12 до +14° С. В течение первых двух периодов происходит “акклиматизация” клубней, когда происходит их подсыхание и заживление ран, полученных в результате уборки и транспортировки. Третий этап – основной период хранения, температурный режим колеблется от  +2 до +5° С.

 Именно перед третьим, самым продолжительным периодом, рекомендуют начинать обработку клубней картофеля различными ингибирующими веществами. Такая обработка нацелена на подавление прорастания клубней картофеля, а также защиту от болезней, при чем использование эфирных масел, в отличие от популярных синтетических препаратов, оказывает сразу оба эффекта и набирает всё большую популярность.

Olfa Lengliz с соавторами в своем исследовании использовали эфирное масло *Ruta chalepensis* L*.* (Рута) в качестве ингибитора прорастания картофеля. Авторы проводили обработку клубней эфирным маслом руты различной концентрации (2%, 4% и 6%), а затем измеряли длину ростков, вес клубней и окончательный вес ростков. Конечная масса проростков необработанных образцов составила 4,66%, тогда как для обработанных 6%-ным раствором эфирного масла – 0,98 %. Эти результаты можно считать достоверными, что подтверждает высокий коэффициент корреляции Пирсона (> 0,9). Был сделан вывод о том, что увеличение концентрации препарата усиливало подавление роста ростков (Lengliz, 2018, c. 1-6).

В своём исследовании Paula Teper-Bamnolker с соавторами обрабатывали клубни картофеля эфирным маслом мяты, оно ингибировало появление столонов в восьми сортах картофеля при хранении в больших объемах в течение 6 месяцев: клубни оставались твердыми в течение 140 дней хранения, потеря веса составляла 38 %. Было показано, что ингибирующее действие эфирного масла мяты обратимо: обработанные клубни, промытые водой, возобновили прорастание в течение нескольких дней со сниженным верхушечным доминированием (Teper-Bamnolker, 2010, c. 179-186).

Наравне с мятой колосовой (*Mentha spicata* L.) способность к подавлению прорастания наблюдали у тмина (*Carum carvi* L.) и укропа (*Anethum graveolens* L.), действие которых сравнивали с двумя химическими ингибиторами прорастания хлорпрофамом (ХИПК) и S-(+)-карвоном при различных температурах хранения (5, 10 и 15° C). Среди испытанных эфирных масел тминное масло было наиболее эффективным ингибитором прорастания и предотвращало прорастание до 180 дней при всех температурных режимах. Обработка ХИПК для предотвращения прорастания была очень эффективной только в условиях низких температур, тогда как ее эффект уменьшался при 15° C, а прорастание начиналось после 120 дней хранения. Укропное масло эффективно предотвращало прорастание при 15° C в течение более 135 дней, прорастало менее 20% клубней. Подавляющее действие масла мяты перечной и S-(+)-карвона на ростки уменьшалось с повышением температуры хранения. При этом все виды обработки значительно снижали потерю веса по сравнению с контролем. Потеря веса клубней, обработанных тминным маслом, составила 36,1%, 46,2% и 49,6% при 5, 10 и 15° C соответственно, что ниже, чем у контроля. Авторами был сделан вывод, что использование тминного и укропного масел существенно снижает потери веса и предотвращает прорастание клубней при длительном хранении при температуре до 15 ° C (Şanlı., 2019, c. 345-360).

Эфирное масло тмина и мяты также встречается в другой работе. David Gomez–Castillo с соавторами исследовал ингибирующее действие эфирных масел тмина (*Carum carvi* , L.), мяты перечной (*Mentha piperita* , L.), кориандра (*Coriandrum sativum* , L.) и эвкалипта (*Eucalyptus globulus.*, L.). В данной работе эфирные масла мяты перечной и кориандра были наиболее эффективными ингибиторами прорастания с показателями ингибирования от 65 до 95% по сравнению с контролем. Использование этих эфирных масел также предотвращало фитопатогенное повреждение. Аналитические параметры качества, такие как содержание влаги и общее количество растворимых твердых веществ, не изменились после обработки любым из ароматических эфирных масел. Сенсорный анализ не выявил различий во внешнем виде и вкусе картофеля, обработанного эфирными маслами, и необработанных клубней. Исходя из этого, был сделан вывод об эффективности и безопасности применения данных эфирных масел при обработке картофеля в качестве ингибитора прорастания (Gomez-Castillo, 2013, c. 15-21).

В статье Moses S. Owolabi и соавторов показано влияние эфирных масел Мари амброзевидной (*Chenopodium ambrosioides)* и Липпии многоцветковой (*Lippia multiflora)* на прорастание хранимого картофеля. Были испытаны составы эфирных масел с глиноземом, бентонитом или каолином, как с добавкой Triton X-100, так и без нее. Результаты показали, что тестируемые масла обладают эффектом, который делает их пригодными для применения в качестве средств для подавления прорастания (Owolabi, 2010, c. 645).

В другой работе Moses S. Owolabi с соавторами описывают влияние эфирных масел таких растений, как Ямайский мускатный орех (*Monodora myristica)*, Челнобородник лимонный (*Cymbopogon citratus)*, Марь амброзевидная (*Chenopodium ambrosioides)*, Липпия многоцветковая (*Lippia multiflora)* и Имбирь лекарственный (*Zingiber officin)* на прорастание картофеля. Клубни, обработанные *L. multiflora* и *C. citratus,* через 14 дней имели наиболее короткие ростки 4,00  мм и 4,56  мм соответственно по сравнению с клубнями, обработанными другими маслами и контрольными образцами. Результаты обработки картофеля *C.ambrosioides* на 14 деньлишь незначительно уступают результатам *C. Citratus,* столоны имеют длину 4,67 мм. По прошествии 28 дней эфирное масло *Z. offinale* обладало наибольшей активностью подавления прорастания с длиной ростка 5,65 мм. Наименьший эффект ингибирования прорастания столонов наблюдался при обработке клубней маслом *M. Myristica,* длина ростков на 28 день составляла в среднем 7,08 мм, контроль имел ростки по 8,75 мм (Owolabi, 2013, c. 83-87).

Группа ученых из Китая проводила исследование по влиянию фумигации эфирным маслом цитронеллы (*Cymbopogon*) на подавление прорастания и качество клубней картофеля во время длительного хранения. Проводили разовую (0-10 день хранения) и двойную (0-10, 35-90 день хранения) обработку клубней с концентрацией действующего вещества 30 мкл/л. Измеряли изменения скорости прорастания, потери веса, крахмала, редуцирующего сахара, гиббереллинов и α-соланина. Результаты показали, что вышеуказанная фумигация может контролировать прорастание и улучшить качество клубней картофеля во время хранения по сравнению с необработанными клубнями. Обработка маслом цитронеллы ингибировала разложение крахмала и повышение содержания редуцирующего сахара, а также подавляла производство гиббереллинов и снижала уровень α-соланина. Двухфазная фумигация в свою очередь лучше влияет на подавление ростков, чем однофазная, и обладает потенциалом для применения в производственных масштабах (Jia, 2019, c. 254-258).

Наравне с использованием чистых эфирных масел популярны исследования ингибирующего действия их отдельных составных компонентов, например, лимонен. *Limonene* – это вещество, относящееся к терпеновым углеводородам, которое содержится в составе эфирных масел цитрусовых и хвойных растений, а также получается синтетическим путем и используется для увеличения лёжкости картофеля.

В 2020 году группа ученых опубликовала исследование, подтверждающее положительное влияние цитраля на подавление прорастания клубней во время длительного хранения. Цитраль – это монотерпеновый ациклический альдегид, входящий в состав эфирных масел лемонграсса, лимона, эвкалипта и некоторых других.

Исследователи сравнивали ингибирующее действие при обработке картофеля непосредственно альдегидом и эмульсий цитраля, образованных с помощью эмульгированной карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ). Эксперимент показал, что эмульгированные пленки имеют значительные преимущества по сравнению с прямым добавлением цитраля с точки зрения содержания активного агента, химической стабильности, пролонгированного высвобождения и эффективного ингибирования прорастания картофеля. Клубни, упакованные в полиэтиленовые пакеты непосредственно с добавлением цитраля, не показали ингибирующего действия на прорастание после 14 дней хранения при 20° C, в то время как в клубнях, упакованных с грубоэмульгированными и наноэмульгированными пленками цитраль-КМЦ, наблюдали 100% ингибирование. Данное исследование показывает перспективу использования эмульгированных пленок КМЦ в качестве активного компонента при упаковки картофеля для сохранения его качества во время продажи и хранения в домашних условиях (Arnon-Rips, 2020, с. 105644).

Исходя из вышеописанных исследований, можно выделить несколько наиболее часто используемых эфирных масел. На первом месте по эффективности стоит масло мяты и цитрусовых, далее идет масло тмина, руты и мари амброзевидной. Также встречаются упоминания об эффективности использования в качестве ингибиторов прорастания картофеля компонентов эфирных масел семейства цитрусовые (Пат. 2683681, 2019).

Однако в промышленных масштабах чаще всего используют различные химические препараты, которые являются более доступными и удобными в применении, чем эфирные масла. Наиболее популярным среди таковых является хлорпрофам (ХИПК).

Описывается патент по способу обработки клубней от прорастания с использованием  3-хлорфенилизопропилкарбамата (ХИПК) и лимонена предпочтительно посредством обработки аэрозолем. В предлагаемом способе обработки клубней применение лимонена обеспечивает частичную замену ХИПК при обработке от прорастания (Пат. 2683681, 2019).

Vijay Paul с соавторами в своей статье рассматривают действие ХИПК как ингибитора прорастания картофеля. Информация, доступная до настоящего времени, и данные, представленные в статье о пределе максимального остатка (ПМО) и приемлемом дневном лимите потребления (ПДЛП) ХИПК, указывают на проблемы, связанные с остатками ХИПК и его вредными метаболитами, что ставит под сомнение безопасность его использования. Токсикологическая оценка ХИПК является неполной и недостоверной, а ПМО и ПДЛП являются фиксированными, защищаемыми и рекомендуемыми. В связи с этим авторы делают вывод о том, что фиксация этих пределов должна оцениваться с учетом не только ХИПК, но и метаболитов, вырабатываемых ХИПК (Vijay Paul, 2016, c. 1-18).

В 2021 году была опубликована работа, посвященная определению эффективности применения ингибиторов прорастания при хранении сортов картофеля различного назначения, от столового до семенного материала. В результате проведенных опытов авторы выявили, что наиболее эффективной является обработка картофеля столового назначения препаратом “Харвест-Макс, Р”, действующим веществом которого является ХИПК, при суммарных дозах препарата 39 и 57 г/т, что обеспечивает снижение потерь картофеля на 5,1 и 7,0% соответственно. А применение препарата “Спраут-стоп” при температуре хранения 8-10° C снижает потери на 4,0-6,0%, а при 5-7° C на 1,0-2,0% (Мальцев, 2021,c. 29-33).

Для предотвращения прорастания картофеля в весенний период используют обработку следующими химическими препаратами: М-1 – метиловый эфир α-нафтилуксусной кислоты; ГМК – гидрозид малеиновой кислоты; ТБ – 2,3,5,6–тетрахлорнитробензол. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. Препарат М-1 легко применяется в любых условиях, достаточно опылить им клубни, но действует он только в контакте с клубнями, поэтому малоэффективен при хранении в условиях активного вентилирования. От этих недостатков свободен ГМК. Препарат нетоксичен, растворяется в воде, им орошают урожай за 2-3 недели до уборки клубней. ТБ оказывает слабое ингибирующее действие и предназначен для обработки семенного картофеля (Хранение овощей: сайт).

Мальцев С.В., Пшеченков К.А. и Зейрук В.Н. в своей статье рассматривают влияние обработки этиленом, ещё одним очень популярным в промышленности веществом, (отдельно или в комбинации с уменьшенными дозами препарата “Спад-Ник”) на лёжкость картофеля в период длительного хранения. Авторы отмечают, что обработка семенного и продовольственного картофеля этиленом является перспективной альтернативой химическим препаратам на основе действующего вещества хлорпрофама (Мальцев, 2018, c. 285-289).

Митрасовым Ю.Н. и соавторами было запатентовано средство, предназначенное для сохранения качества и товарного вида картофеля. Исследователями был проведен следующий эксперимент: картофель сорта “Адретта” перед закладкой на хранение очищали от грязи, помещали в деревянные ящики и закладывали на хранение при температуре хранилища 1-6о С. Через 2-3 месяца картофель обрабатывали 0,5%-ным раствором фосфорганического олигомера. Контрольную партию смачивали водой. Данные испытаний показывают ингибирующее действие препарата, которое выражается в уменьшении количества проросших клубней в 2-2,5 раза и в большей сохранности картофеля за весь период хранения в опытной партии по сравнению с контрольной. Так масса клубня в контроле за период наблюдений уменьшилась в среднем на 90 г с 1 кг, а масса клубней, обработанных препаратом, уменьшилась лишь на 40 г. Препарат также показал защитное действие на клубни от поражения грибковыми, бактериальными и вирусными инфекциями (Митрасов, 2002).

U. Afek проводил эксперимент по обработке клубней стабилизированным пероксидом водорода (HPP). Образцы обрабатывали и хранили при 10 ± 1° C в течение 6 месяцев. За этот период хранения клубни картофеля обрабатывали HPP 4 раза, что привело к отсутствию проростков и лучшей сохранности образцов по сравнению с контрольными образцами (Afek, 2000, c. 63-65).

Апашевой Л.М. и соавторами был получен патент по способу продления периода естественного покоя клубней картофеля и торможения их прорастания. Суть способа заключается в следующем: клубни обрабатывают водным раствором пероксида водорода в концентрации 0,34-1,7 г/л, подсушивают и затем обрабатывают 10-15%-ным водным раствором окисленного крахмалосодержащего продукта, который получают окислением отходов рисового производства в натриевом щелочном растворе в присутствии катализатора. Проведено несколько опытов, в результате которых процент проросших клубней составлял 80-98%, в то время как среди обработанного картофеля процент прорастания находился в пределах18-27%, за исключением одного опыта, где число проросших клубней достигло 76%. Данный метод обеспечивает продление естественного периода покоя клубней картофеля при длительном хранении (Апашева, 2014).

В 2005 году был запатентован химический способ обработки картофеля. Раствор, содержащий перекись водорода, ионы серебра, меди и цинка, а также одну из кислот (надуксусной, серной, азотной и фосфорной) в виде “сухого тумана”. Эксперименты, проводимые с различными вариациями ионов и кислот в составе “сухого тумана” подтвердили эффективность использования данной смеси в качестве ингибитора прорастания картофеля. Однако в составе, содержащем более 25% перекиси водорода, наблюдалось повреждение кожицы, которое быстро развивалось до гнили (Пат. 2262230, 2005).

В статье Медведевой И.Н. с соавторами рассматривают способы защиты семенного картофеля в период хранения. С этой целью проводилась аэрозольная дезинфекция поверхностей стен и пола препаратом “Ди-Хлор” и дезинфекция поверхностей стен и пола темовозгонной шашкой “Тамбей”. Количество клубней, обработанных препаратом “Ди-Хлор”, пораженных фитофторозом, составило 6,05 т, или 11,6 % от общей массы отхода, развитие сухой гнили составило 3,03 т, или 5,8 %; количество пораженных мокрой гнилью — 2,42 т, или 4,63 % от общей отхода картофеля. В то время как при использовании шашки “Тамбей” потери от фитофтороза — 7,61 т, или 11,6 %; потери от сухой гнили — 1,00 т, или 5,8 %; потери от поражений мокрой гнилью — 3,89 т, или 7,14 % от всей массы отхода картофеля. Авторы сделали вывод о том, что применение данных препаратов позволило снизить потери картофеля при хранении вследствие развития болезней на 22,93 % при применении препарата “Тамбей”, и на 22,03 % — используя препарат “Ди-Хлор” (Медведева, 2011, c. 68-70).

Таким образом, можно сказать, что, в отличие от применения эфирных масел, химические вещества, используемые для обработки картофеля, более разнообразны по своей природе. Однако, несмотря на разнообразие веществ, наиболее популярным остается использование ХИПК и препаратов на основе этого вещества.

Как альтернативу химическим веществам в обработке картофеля от прорастания ряд авторов используют препараты биологического происхождения. Данный метод является более экологичным и направлен не только на увеличение лежкости, но и на защиту от болезней.

Аксенова Е.С. в своей статье рассматривает вопросы влияния обработки клубней защитно-стимулирующими средствами биологической природы на их потери при хранении, с целью выявления наиболее эффективных, экономически обоснованных технологий хранения продовольственного картофеля, а также улучшения экологического аспекта сохранности продуктов питания. Клубни обрабатывали после прохождения лечебного периода в хранении рекомендуемыми нормами расхода биопрепаратов. В качестве защитно–стимулирующих средств были использованы такие препараты, как “Агат-25К”, “Эпин”, “Силк”, “Крезацин” и “Циркон”. Все примененные биопрепараты, за исключением “Эпина”, привели к увеличению количества крупных и средних зерен крахмала по отношению к контролю в течение всего периода хранения. Наибольшее влияние на увеличение размера крахмальных зерен оказали препараты “Силк”, “Крезацин” и “Циркон”. Автор сделала вывод о том, что обработка клубней защитно-стимулирующими средствами биологической природы приводит к сокращению количественных потерь картофеля при хранении на 3,06-7,03 % по отношению к контролю (Аксенова, 2016, с. 1202-1210).

В своей работе Зейрук В.Н. и соавторы рассматривают действие некоторых ингибиторов на лежкость картофеля. Наиболее популярным является использование с этой целью дымовой шашки “Вист”. Также популярным является использование газа этилен и препаратов на основе коллоидного серебра: “Зерокс” и “Зеромикс”. Авторы [26] утверждают, что хороший ингибирующий и сохраняющий продукцию эффект был получен в ранних исследованиях при использовании экспериментальной дымовой шашки на основе фунгицида “Вист” (действующее вещество – тиабендазол) и ингибитора “Спраутстоп” (действующее вещество – хлорпрофам) (Зейрук, 2016, с. 214-217).

Суховецкая В.А. с соавторами в своей работе изучали влияние биопрепаратов на хранение картофеля. Были испытаны такие биопрепараты, как “Фитоп 8.67” и “Ризобакт СП”. Авторами был сделан вывод об эффективности применения данных препаратов для уменьшения потерь картофеля при хранении. Наиболее действенным оказался препарат “Фитоп 8.67”. Его применение обеспечило уменьшение потерь картофеля при хранении на 2,7 % в сравнении с необработанными клубнями и на 1,8 % при обработке клубней препаратом “Ризобакт СП” (Суховецкая, 2016, с. 54-56).

Горшков В.В. и Савина О.В. в своей статье изучали влияние осенней обработки препаратом “Биопаг” на пищевую ценность и технологические свойства клубней картофеля при длительном хранении. Клубни опрыскивали раствором биопрепарата из малообъемного опрыскивателя при норме расхода 0,75 л/т. Обработку осуществляли через две недели после уборки по истечении лечебного периода. Контролем служили клубни, обработанные водой. Осенняя обработка клубней препаратом “Биопаг” способствует лучшему сохранению в них сухих веществ (на 0,60-0,62 %), крахмала (на 0,51-1,23 %), белка (на 0,04-0,14 %) и витамина С (на 2,69-2,80 мг%). Авторами был сделан вывод о том, что в обработанных клубнях медленнее накапливаются такие нежелательные продукты обмена, как редуцирующие сахара (Савина, 2014, с. 298-300).

Луговая Н.П. с соавторами в своей статье рассматривают способы обработки картофеля перед закладкой на хранение. В настоящее время, картофель перед закладкой на хранение чаще всего обрабатывают препаратом “Максим”, с целью предотвращения развития в период хранения сухих фомозных и фузариозных гнилей, а также прорастания. Авторами было проведено теоретическое исследование и анализ существующих способов обработки картофеля и были выбраны следующие антисептические вещества: поваренная соль йодированная; йодат калия; борная кислота; перекись водорода. Также было установлено, что эффективность обработки клубней зависит от ряда факторов: концентрации раствора препарата,равномерности распределения препарата;удерживаемости препарата на клубнях;степени покрытия обрабатываемой поверхности. Исследования, проведенные авторами, показали положительные результаты обработки картофеля выбранными антисептиками на его количественный и качественный состав (Луговая, 2013, с. 38-41).

Афиногенова С.Н. и Черкасов О.В. в своей работе рассматривают безопасность обработки картофеля пищевым консервантом при хранении. Изучается действие таких ингибирующих агентов, как АВ–анолит, раствор “Полимет” и раствор сорбиновой кислоты (Е200). Стоит отметить, что передозировка первых двух препаратов может привести к нарушению требований к экологической безопасности продукта и его безвредности для организма человека. Обработка клубней перед хранением 0,2% спиртовым раствором пищевого консерванта Е200 оказалась наиболее эффективным и экологически безопасным способом хранения картофеля. Раствор сорбиновой кислоты уничтожает патогенную микрофлору на клубнях; снижает потери картофеля от фитопатогенных заболеваний при хранении; сохраняет питательные вещества и качество потребительской продукции и отвечает требованиям экологии и безопасности для организма человека (Афиногенова, 2018, с. 34-38).

Приходько Е.С. в своей статье рассматривает влияние нескольких препаратов на хранение картофеля сорта Невский. В работе перечислено использование следующих веществ: Максим, КС и препарат на основе ризобактерии *K.planticola*. Расход на опрыскивание перед закладкой на хранение составил: препарата “Максим”, “КС” – 0,4 л/т, а препарата на основе ризобактерии *K.planticola* – 5 л/т. В результате проведенных экспериментов автор говорит о том, что клубни, находящиеся на хранении после обработки препаратом на основе ризобактерии *K.Planticola*, поражались на 40% меньше, чем в контрольном варианте, и на 15-20% меньше, чем при применении препаратов “Максим” и “КС” (Приходько, 2018, с. 72-75).

Саратова Т.Г. и Каменек Л.К. рассматривали влияние биопрепарата “Дельфин” на основе дельта эндотоксина *Bacillus thuringiensis* на возбудителя фитофтороза. Клубни картофеля обрабатывали раствором биопрепарата и после просушки укладывали в контейнеры по 10 кг (100 шт.). Для обработки 10 кг клубней использовали 2,5; 5 и 10 мл препарата в 100 мл воды. При норме расхода 10 мл/10 кг дельфин снижал число пораженных клубней с 17 (в контроле) до 12,3 (на 27,6 %) на сорте Ресурс и с 31 до 20 (36,4 %) на сорте Ильинский. При норме расхода 2,5 мл/10 кг его эффективность была невысока и находилась в пределах ошибки, а при 5 мл/10 кг число пораженных фитофторозом клубней сортов Ресурс и Ильинский снизилось по сравнению с контролем соответственно на 18,2 и 31,2 % (Сатарова, 2009, с. 50-50а ).

М.М. Хайбуллин c соавторами исследовали эффективность применения биопрепаратов для борьбы с фитофторозом. Клубни картофеля перед закладкой на хранение опрыскивали “Фитоспорином”, “Гуми” и “Борогумом” с расходом 0,5-1,0 л/т. Результаты исследований показывают, что процент общей заболеваемости под влиянием биологических препаратов снижается на 9-37 % по сравнению с контролем. Наибольшее снижение наблюдается под влиянием препарата фитоспорина 31-37 %, наименьшее под влиянием “Гуми” – 9-19 % (Хайбуллин, 2013, с. 45-46).

Обработка картофеля препаратами биологического происхождения осуществляется в первую очередь для предотвращения развития различных заболеваний, а уже во вторую очередь для ингибирования прорастания столонов. Однако если объединить эти проблему в одну то, как упоминалось выше, обработка клубней направлена на увеличение лёжкости и сохранение товарного вида продукции.

В книге “Potato Production Systems” ингибиторам прорастания клубней картофеля посвящён отдельный раздел, а использование эфирных масел описано также в главе по органическому выращиванию картофеля. В данном источнике описывают ингибирующее действие мяты перичной, мяты курчавой, а также гвоздичного масла при нанесении их в виде аэрозоля на клубни картофеля через каждые несколько недель. Недостатком использования эфирных масел является их высокая летучесть, а нормальная циркуляция воздуха может способствовать выведению материала из хранилища, поэтому для достижения желаемого результата необходимо многократное или непрерывное применение (Moore, 2020, с. 538-541).

Данный вид ингибиторов является более экологичным в сравнении с традиционным ХИПК, который является самым распространенным на территории США. Также с целью подавления прорастания столонов используют следующие вещества: малеиновой гидразит, незаменимы, нафталины, 3-децен-2-он, октанол-1 и другие, менее популярные вещества. Среди нафталинов можно выделить 1,4-диметилнафталин и диизопропилнафталин, их действие основано на ингибировании на гормональном уровне.

Выводы

В данной статье были рассмотрены различные методы обработки картофеля от прорастания перед закладкой на длительное хранение. Основным условием, при несоблюдении которого любая обработка будет бессмысленной, является соблюдение определенных условий микроклимата в хранилище. Для основного периода хранения можно выделить следующее: температурный режим от  +2 до +5° С, относительная влажность воздуха не менее 75% и наличие системы активного вентилирования.

При соблюдении вышеизложенных условий использование дополнительных мер по борьбе с прорастанием будет иметь максимальный эффект. Среди изученных способов обработки наиболее экологичным является использование эфирных масел и различных веществ биологического происхождения. Действие последних направлено в основном на защиту урожая от болезней, в связи с чем обработку данными веществами следует использовать в комплексе с периодической обработкой эфирными маслами или их активными компонентами.

Эфирные масла содержат компоненты, которые, помимо ингибирующего действия, препятствуют размножению патогенной микрофлоры и, соответственно, предотвращают процессы гниения и распространения различных заболеваний, таких как фитофтороз и парша. Среди популярных источников эфирных масел также можно выделить лаванду, шалфей, розмарин и различные хвойные породы. Данные растения используются как в виде букетов, раскладываемых рядом с ящиками картофеля, так и в виде эфирных масел. Во втором случае используют холодную/горячую аэрацию или же пропитывают маслами фильтровальную бумагу или ватные диски, которые затем раскладывают на клубни, периодически повторяя процедуру пропитки. Такой способ ингибирования прорастания картофеля является перспективной и экологичной альтернативой обработки ХИПК.

Список литературы

Аксенова Е.С. Инновационная тенденция в технологии хранения и переработки продовольственного картофеля / Е.С. Аксенова // Уголовно-исполнительная политика и вопросы исполнения уголовных наказаний. – Рязань, 2016. – С.1202-1210.

Афиногенова С.Н. Повышение эффективности технологии хранения картофеля в хранилищах стационарного типа для сельскохозяйственного производства / C.Н. Афиногенова // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. – Великие Луки, 2017. – С.13-19.

Влияние препаратов разного действия на хранение клубней картофеля / Е.С. Приходько // в: Современные тенденции в научном обеспечении АПК верхневолжского региона – Суздаль: Издательско–полиграфический комплекс «ПресСто», 2018. – С.72-75.

Зейрук В.Н. Подготовка картофеля к хранению / В.Н. Зейрук, К.А. Пшеченков, С.В. Васильева // Защита и карантин растений. – 2016. – №11. – С.36-39.

Луговая Н.П. Способы обработки картофеля перед закладкой на хранение / Н.П. Луговая, И.Ф. Беляев, Т.А. Лапко [и тд.] // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2013. – №2(20). – 38-41.

Мальцев С.В. Влияние химических и физических методов воздействия на клубни картофеля различного назначения при хранении / С.В. Мальцев, К.А. Пшеченков и В.Н. Зейрук // Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы. – Обнинск, 2018. – С. 285-289.

Мальцев С.В. Эффективность применения ингибиторов прорастания при хранении сортов картофеля различного целевого использования / С.В. Мальцев, С.В. Андрианов, А.В. Митюшкин // Картофель и овощи. – 2021. – № 3. – С. 29-33.

Медведева И.Н. Эффективная защита семенного картофеля в период хранения / И.Н. Медведева, А.О. Черномордик, А.М. Смолин [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2011. – №4(83). – С. 68-70.

Пат. 2184470 RU, МПК (2006.01) A 23 L 3/34 Средство, предназначенное для сохранения картофеля [Электронный ресурс] / Ю.Н. Митрасов (RU), Е.А. Анисимова (RU), Н.А. Кириллов (RU) [и др.]: заявитель и патентообладатель  Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова (RU) – № RU 2184470 ; заявл. 06.03.2001.; опубл. 10.07.2002. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=37882418> – Загл. с экрана.

Пат. 2262230 RU, МПК (2006.01) A01N 25/02 Способ обработки картофеля во время хранения [Электронный ресурс] / Б. Йехуда Нир(IL), Маргалит Элайху (IL): заявитель и патентообладатель  Пими Марион Холдинг ЛТД (IL) – № RU 2262230 ; заявл. 22.07.1999.; опубл. 20.10.2005.– Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=37968982> – Загл. с экрана.

Пат. 2533903 RU, МПК (2006.01) A01F 25/00 Способ продления периода естественного покоя клубней картофеля и торможения их прорастания [Электронный ресурс] / Апашева Л.М.(RU), Комиссаров Г.Г.(RU), Овчаренко Е.Н.(RU) [и др.]: заявитель и патентообладатель  ИХФ РАН (RU) – № RU 2533903 ; заявл. 07.11.2013.; опубл. 27.11.2014. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=37455632> – Загл. с экрана.

Пат. 2683681 RU, МПК (2006.01) A 01 N 65/00 Способ обработки клубней от прорастания с использованием уменьшенного количества хипк [Электронный ресурс] / ПИРОТТ Алан (BE) ; заявитель и патентообладатель Ариста Лайф Сайенс Бенелюкс Спрл. (BE) – № RU2683681 ; заявл. 20.10.2015 ; опубл. 01.04.2019. – Режим доступа : <https://findpatent.ru/patent/268/2683681.html> – Загл. с экрана.

Печенцов И.М. Теоретические аспекты процесса хранения картофеля / И.М. Печенцов, А.Г. Светлаков // Агропродовольственная политика России. – 2017. – №6(66). – С.65-71.

Савина О.В. Инновационная технология хранения картофеля с использованием биологического препарата Биопаг / О.В. Савина, В.В. Горшков / Материалы международной юбилейной научно–практической конференции "инновационные технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства". – Рязань. – 2014. – с. 298-300.

Сатарова Т.Г. Препарат для защиты клубней картофеля во время хранения / Т.Г.Сатарова, Л.К. Каменёк // Защита и карантин растений. – 2009. – № 2. – С. 50-50а.

Суховецкая В.А. Влияние биопрепаратов на хранение картофеля / В.А. Суховецкая, А.С. Кыстаубаева, Ж.С. Карашаева // Наука и мир. – 2016. – №8(36). – С.54-56.

Хайбуллин М. М. Эффективность применения биопрепаратов для борьбы с фитофторозом в период хранения картофеля / М.М. Хайбуллин, И. Н. Аминев, Ф.Ф. Ишкинина // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2013. – №1(25). – С.45-46.

Хранение овощей: сайт. – URL:<https://znaytovar.ru/s/Xranenie_ovoshhej.html> (дата обращения: 15.09.2019). – Текст: электронный.

Afek U. Using HPP (hydrogen peroxide plus) to inhibit potato sprouting during storage / U. Afek, J. Orenstein, E. Nuriel // American Journal of Potato Research. – 2000. – Vol. 77. – P. 63-65.

Arnon-Rips H. Effective suppression of potato tuber sprouting using polysaccharide–based emulsified films for prolonged release of citral / H. Arnon-Rips, A. Sabag, P. Tepper-Bamnolker [et al.] // Food Hydrocolloids. – 2020. – Vol. 103. – P. 105644.

Delaplace P. Potato (Solanum tuberosum L.) tuber physiological age index is a valid reference frame in postharvest ageing studies / P. Delaplace, Y. Brostaux, M.L. Fauconnier [et al.] // Postharvest Biology and Technology. – 2008. – Vol.50(1). – P. 103-106.

Gómez-Castilloa D. Effects of essential oils on sprout suppression and quality of potato cultivars / D. Gómez-Castilloa, E. Cruza, A. Iguaz [et al.] // Postharvest Biology and Technology. – 2013. – Vol.82. – P. 15-21.

Jia B. Effect of citronella essential oil fumigation on sprout suppression and quality of potato tubers during storage / B. Jia, L. Xu, W. Guan [et al.] // Food Chemistry. – 2019. – Vol. 284. – P. 254-258.

Lengliz O. Ruta chalepensis L. Essential Oil: A New Antisprouting Agent for Potatoes Bioconservation / O. Lengliz, J. Mejri, M. Abderrabba [et al.] // Journal of Chemistry. – 2018. – Vol.2018. – P. 1-6.

Moore A., Sullivan D.M., Olsen N., Hutchinson P.J.S., Wharton P., Wenninger E.J. Organic Potato Production. In: Stark J., Thornton M., Nolte P. [et al.] // Potato Production Systems. Springer, Cham. – 2020. – P. 538-541.

Owolabi M. S. The Effect of Essential Oil Formulations for Potato Sprout Suppression/ Moses S. Owolabi, Labunmi Lajide, Matthew O. Oladimeji [et al.] // Natural product communications. – 2010. – Vol.5(4). – P.645-8.

Owolabia M. S. Inhibition of potato tuber sprouting during storage by the controlled release of essential oil using a wick application method / M.S. Owolabia, R.A. Olowua, L. Lajide [et al.] // Industrial Crops and Products. – 2013. – Vol.45. – P. 83-87.

Şanlı A. Carvone Containing Essential Oils as Sprout Suppressants in Potato (Solanum tuberosum L.) Tubers at Different Storage Temperatures / A. Şanlı, T. Karadoğan // Potato Research. – 2019. – Vol. 62. – P. 345-360.

Teper-Bamnolker P. Mint essential oil can induce or inhibit potato sprouting by differential alteration of apical meristem / P. Teper-Bamnolker, N. Dudai, R. Fischer [et al.] // Planta. – 2010. – Vol. 232. – P. 179-186.

Vijay Paul Sprout suppression on potato: need to look beyond CIPC for more effective and safer alternatives / Vijay Paul, R. Ezekiel, Rakesh Pandey // J Food Sci Technol. – 2016. – Vol.53(1). – P.1-18.