

Применение ингибиторов при хранении клубней на хрустящий картофель



С.В. Мальцев

В статье отражены результаты исследований влияния ингибиторов прорастания (Спад-Ник и этилен) на лежкость, биохимические показатели клубней и пригодность картофеля к переработке на хрустящий картофель при температуре хранения 10 °С.

Ключевые слова: картофель, ингибитор прорастания, Спад-Ник, этилен, лежкость, редуцирующие сахара, хрустящий картофель.

Клубни, предназначенные для переработки на хрустящий картофель, должны соответствовать определенным требованиям: форма клубней – округлая, размер – 40–60 мм, глубина залегания глазков – мелкая, содержание сухих веществ 22–24%, редуцирующих сахаров не более 0,3%.

Подбирая соответствующие сорта, удовлетворяющие перечисленным требованиям, при переработке осенью, как правило, можно получить хрустящий картофель высокого качества. Однако последующее длительное хранение картофеля, сопряжено с взаимоисключающими требованиями по температуре хранения, так как с одной стороны, низкая температура благоприятно сказывается на лежкости клубней, интенсивности дыхания, величине убыли массы и потерь на гнили и ростки, а с другой стороны, она приводит к увеличению содержания в клубнях редуцирующих сахаров (чем ниже температура, тем в большей мере гидролиз крахмала преобладает над его ресинтезом). В последнем случае при обжаривании картофеля (при 170–180 °С) аминокислоты, содержащиеся в клубнях, вступают в химическую реакцию с моносахарами (реакция Майяра), в результате которой образуются темноокрашенные меланоидиновые соединения, портящие цвет готового продукта. Кроме того, дальнейшее термическое разложение меланоидинов приводит к образованию акриламида – потенциально кан-

церогенного вещества [1]. Поэтому при хранении картофеля, предназначенного для переработки на хрустящий картофель, рекомендуется температура не ниже 10 °С, а связанные с ней недостатки устраняются за счет обязательного включения в технологию хранения ингибитора прорастания [2].

Сегодня наиболее широко распространены препараты на основе действующего вещества хлорпрофам, например, Спад-Ник (ингибирует процесс деления клеток, что в свою очередь замедляет процесс прорастания). Этот препарат удобен в применении (подается в виде газобразного аэрозоля через систему активной вентиляции), не проникает в клубни картофеля, а оседает на их поверхности, поэтому после очистки 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 (III класс опасности для человека), способен аккумулироваться в стенах хранилищ и из экологических соображений в последние годы ему ищут замену (или, по крайней мере, частичную замену с уменьшением суммарных доз) другими природными инги-

биторами картофеля. Один из таких экологически безопасных ингибиторов прорастания, находящий все более широкое применение – этилен. Свободно диффундируя через ткани растений, этот фитогормон связывается со специальными рецепторами, присутствующими во всех клетках высших растений в мембране эндоплазматического ретикулума и аппарата Гольджи, и вызывает разнообразные биохимические реакции [3]. По отношению к культуре картофеля этилен, в зависимости от продолжительности экспозиции, может выступать как в роли стимулятора, так и ингибитора прорастания [4]. Но в обоих случаях способствует выходу клубней из состояния естественного покоя, что проявляется в виде резкого (до 6 крат) кратковременно роста интенсивности дыхания [5, 6].

В прошлом использовали «этиленпродуценты» – соединения, которые после опрыскивания растений распадаются с образованием этилена (2-хлорэтилфосфоновая кислота). Однако применительно к культуре картофеля и особенностям технологии его хранения более технологичны другие системы подачи этилена [7, 8]. Одна из таких систем представлена фирмой Restrain и состоит из следующего оборудования:

- генератор этилена, включающий бак для заправки топливом, в качестве которого служит спирт этанол (**рис. 1.а**); в генераторе при каталитическом нагреве этанол разлагается на этилен и воду;
- датчик концентрации этилена, размещаемый на поверхности насыпи картофеля в центре хранилища (**рис. 1.б**).

Цель исследований – изучить влияние ингибиторов прорастания (Спад-Ник и этилен) на лежкость картофеля при хранении, биохимические показатели клубней и их пригодность к переработке на хрустящий картофель.

Опыты проводили в 2014–2017 годах на базе четырех храни-



Рис. 1. Оборудование фирмы «Restrain», использованное в эксперименте: а) генератор этилена; б) датчик концентрации этилена

Таблица 1. Лежкость картофеля в зависимости от сорта и варианта обработки ингибиторами прорастания при температуре хранения 10 °С (с октября по май, в среднем за 2014–2017 годы)

Сорт	Вариант обработки	Потери, %			
		всего	в том числе		
			убыль массы	сухая и мокрая гниль	ростки
Леди Клэр	Спад-Ник 104 мл/т	11,7	11,0	0,7	0,0
	Спад-Ник 48 мл/т + этилен	12,3	11,6	0,7	0,0
Сатурна	Спад-Ник 104 мл/т	11,1	10,7	0,4	0,0
	Спад-Ник 48 мл/т + этилен	12,5	12,0	0,4	0,0
НСР ₀₅	–	0,4	0,3	0,3	–

лиц АО «Озеры» Озерского района Московской области вместимостью по 2000 т. Использовали сорта различных сроков созревания – Леди Клэр (ранний) и Сатурна (средне-поздний). Обработка клубней ингибитором Спад-Ник и этиленом осуществлялась согласно рекомендаций фирм-производителей и принятой программы исследований (вариант № 1 – шестикратная обработка только препаратом Спад-Ник с суммарной дозой за период хранения 104 мл/т; вариант № 2 – обработка препаратом Спад-Ник в октябре в дозе 48 мл/т, а начиная с ноября газация этиленом). На заданную концентрацию этилена (20% по внутренней классификации фирмы Restrain) выходили постепенно, в течение 20 дней. Температура в основной период хранения 10 °С, относительная влажность воздуха 90–95%.

Лежкость картофеля при хранении, биохимические показатели клубней, качество хрустящего картофеля (с предварительным бланшированием ломтиков и без) оценивали по методике ВНИИКХ [9]. Математическая обработка данных – методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [10].

Результаты исследований. Лежкость картофеля. Общие потери картофеля при хранении склады-

ваются из естественной убыли массы, гнили и потерь на ростки. В результате исследований в среднем за три года установлено, что при температуре хранения 10 °С общие потери картофеля по варианту с обработкой 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 (**табл. 1**).

Обусловлено это было главным образом более высокой естественной убылью массы клубней в связи с возросшей интенсивностью их дыхания, что наиболее заметно проявлялось в первый месяц после начала газации хранилища этиленом (подобная закономерность отмечена и в работах других авторов [9, 10]). В обоих вариантах обработки прорастание клубней полностью подавлялось. Потери от сухой и мокрой гнилей были незначительными (0,4–0,7%) и зависели от сорта, а не от варианта обработки ингибитором.

Биохимические показатели клубней. 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, **табл. 2**).

Качество хрустящего картофеля. Учитывая биохимические показатели клубней, качество хрустящего картофеля в среднем за три года было более высоким в варианте обработки одним только препаратом Спад-Ник. Однако в первые два сезона хранения (2014–2015 и 2015–2016 годы) существенной разницы между изучаемыми вариантами не наблюдалось. Только в третьем сезоне хранения (2016–2017 годы, а также, по предварительным данным, в текущем сезоне 2018-го года) снижение качества хрустящего картофеля по цвету в варианте с этиленом стало заметным (разница 0,5–1,5 балла, **рис. 2**).

Это связано с тем, что в результате обработки этиленом клубни выходят из состояния естественного покоя (но элонгации ростков при этом не происходит), их дыхание кратковременно интенсифицируется, в хранилище наблюдается рост концентрации CO₂ (в 2–3 раза до 0,5–0,6%). Этот процесс сопровождается ростом содержания в клубнях редуцирующих сахаров (гидролиз крахмала идет 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 приводит к более темному цвету конечного продукта при обжаривании. В определенной мере этот негативный процесс 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 расходами.

Таблица 2. Биохимические показатели клубней и качество хрустящего картофеля в зависимости от сорта и варианта обработки ингибиторами прорастания (определение в марте, в среднем за 2014–2017 годы)

Сорт	Вариант обработки	Содержание, %		Качество хрустящего 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
НСР ₀₅	–	0,3	0,05	–	–	–	–

* Оценка по 9-балльной шкале (высший балл качества оценивается в девять баллов)

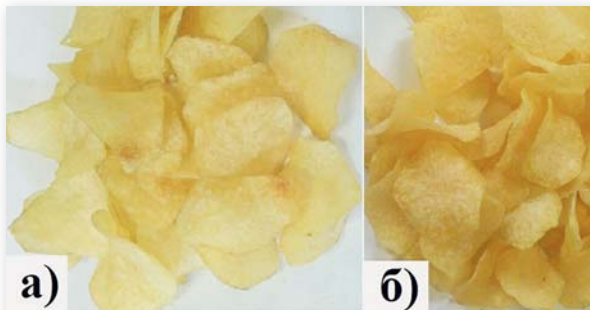


Рис. 2. Хрустящий картофель сорта Сатурна по вариантам обработки: а) Спад-Ник 104 мл/т; б) Спад-Ник 48 мл/т + этилен (март 2017 года)

Бланширование ломтиков отрицательно влияло на показатели цвета и консистенции продукта при обжаривании, т.к. приводило к появлению блеклого цвета с зеленовато-серым оттенком. Это свидетельствует о том, что этот прием избыточен и неэффективен на сортах, несклонных к накоплению редуцирующих сахаров.

Таким образом, применение этилена при хранении картофеля, предназначенного для переработки на хрустящий картофель, имеет как свои преимущества (надежное подавление прорастания, экологичность в виду отсутствия остаточных количеств пестицидов и удобства в применении), так и недостатки (в отдельные годы наблюдался рост содержания редуцирующих сахаров, что несколько ухудшало качество конечного продукта). В целом данная технология имеет перспективы, в особенности с учетом подбора подходящих сортов картофеля.

Выводы

1. В обоих вариантах обработки картофеля ингибиторами (отдельно Спад-Ник и совместно с этиленом) было достигнуто полное подавление прорастания клубней изучаемых сортов при температуре хранения 10 °С.

2. Общие потери при длительном хранении картофеля по сортам Леди Клэр и Сатурна в среднем за 3 года оказались немного выше (на 0,6% и 1,4% соответственно) в варианте совместной обработки Спад-Ник 48 мл/т + этилен по сравнению с обработкой одним только препаратом Спад-Ник 104 мл/т, однако при этом достигалось двукратное снижение пестицидной нагрузки.

3. Содержание в клубнях редуцирующих сахаров по обоим вариантам обработки не превышало допуска для промпереработки на хрустящий картофель 0,3%, однако в варианте применения этилена содержа-

ние сахарозы было выше в 2–3 раза.

4. Качество хрустящего картофеля по обоим вариантам было в целом удовлетворительным, хотя в варианте с обработкой клубней этиленом в отдельные годы отмечена тенденция к образованию более темноокрашенного продукта.

Библиографический список

1. Космачевская О.В. Вездесущая реакция Майяра // Химия и жизнь. 2012. № 2. С. 22–27.
2. Мальцев С.В., Пшеченков К.А. Обработка клубней ингибитором прорастания снижает потери при хранении // Картофель и овощи. 2009. № 1. С. 9.
3. Ju C., Chang C. Advances in ethylene signaling: protein complexes at the endoplasmic reticulum membrane // AoB Plants. 2012. pls031 (doi: 10.1093/aobpla/pls031).
4. Ryłski I., Rappaport L., Pratt H.K. Dual effects of ethylene on potato dormancy and sprout growth // Plant Physiol. 1974. № 33. Pp. 638–662.
5. Пшеченков К.А., Зейрук В.Н., Мальцев С.В. Период покоя клубней и определяющие его факторы // Защита и карантин растений. 2007. № 8. С. 54–55.
6. Prange R.K., Daniels-Lake B.J., Pruski K. Effects of continuous ethylene treatment on potato tubers: Highlights of 14 years of research // Acta. Hort. (ISHS). 2005. № 684. Pp. 165–170.
7. Пшеченков К.А., Зейрук В.Н., Еланский С.Н., Мальцев С.В., Прямов С.Б. Хранение картофеля. М., 2016. 144 с.
8. Равич Д. Хранение картофеля и лука. Технология Restrain: современно, экологично, выгодно // Картофельная система. 2016. № 3. С 10–11.
9. Пшеченков К.А., Давыденкова О.Н., Седова В.И., Мальцев С.В., Чулков Б.А. Методические указания по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению. М.: ВНИИХ, 2007. 39 с.
10. Дослехов Б.А. и др. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 1985. 352 с.

Об авторе

Мальцев Станислав Владимирович, канд. с.-х. наук, с.н.с. группы хранения и переработки картофеля, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха. E-mail: stanmalcev@yandex.ru

Usage of sprout inhibitors in storage of potatoes intended for processing on crisps

S.V. Maltsev, PhD, senior research fellow of the group of potato storage and processing, Lorch Potato Research Institute.

E-mail: stanmalcev@yandex.ru

Summary. The article reveals the results of studies of sprout inhibitor influence (SPUD-NIC and ethylene) on the potato storability, biochemical parameters of tubers and suitability of potatoes for processing on crisps at a storage temperature of 10 °C.

Keywords: potatoes, sprout inhibitor, SPUD-NIC, ethylene, storability, reducing sugars, crisp.

Петр Прокопьевич Макаров



Год назад ушел из жизни государственный советник, ветеран труда, канд. биол. наук, Макаров Петр Прокопьевич (23.01.1944–22.11.2017), человек, посвятивший свою жизнь развитию картофелеводства в России – селекционер-исследователь, администратор, дипломат – его разносторонние таланты позволили ему на разных должностях продвигать его любимую культуру – картофель.

Петр Прокопьевич закончил агрономический факультет Ижевского с.-х. института, после работы агрономом в учебном хозяйстве поступил в 1969 году в аспирантуру НИИ картофельного хозяйства, успешно защитился. Широко развернув селекцию высококрахмалистых сортов картофеля, он завозит и создает коллекцию 600 сортов-образцов из различных регионов бывшего СССР. Он вывел множество гибридов картофеля, сорт Новатор. Когда он стал работать заместителем директора, были расширены исследования в институте, получен ряд патентов, в тяжелые годы перестройки сохранен институт.

П.П. Макаров внес заметный вклад в развитие международного сотрудничества в сфере АПК, работая атташе по с. х. в посольстве РФ в Индии и Великобритании.

С 2000 года продолжил курировать вопросы АПК в качестве советника Apparata Председателя Правительства – Министра сельского хозяйства А.В. Гордеева.

Уйдя на пенсию, он продолжал активную деятельность, консультировал, преподавал на аграрном факультете Российского университета дружбы народов.

Соболезнования и воспоминания можно направлять по адресу: prmakarov@yandex.ru