

Научная статья
УДК 628.82:631.563

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ПРИ ХРАНЕНИИ КАРТОФЕЛЯ

Анастасия Андреевна Чернова¹, Юрий Александрович Иванов

Уральский федеральный университет имени первого Президента
России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

¹ asi_5704@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрены технология и основные способы хранения картофельных культур. Проанализированы условия хранения, представлено описание системы вентиляции, частотного регулирования привода вентиляторов и автоматического управления параметрами микроклимата.

Ключевые слова: картофелехранилище, механическая вентиляция, параметры микроклимата, частотное регулирование, автоматическое управление

Для цитирования: Чернова А. А., Иванов Ю. А. Обеспечение требуемых параметров микроклимата при хранении картофеля // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Атомная энергетика. Даниловские чтения — 2021 = Energy and Resource Saving. Power Supply. Non-traditional and Renewable Energy Sources. Nuclear Energy. Danilov Readings — 2021 : сборник научных трудов. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2023. С. 253–259.

Original article

ENSURING THE REQUIRED MICROCLIMATE PARAMETERS DURING STORAGE OF POTATOES

Anastasiya A. Chernova¹, Yuri A. Ivanov

Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin,
Ekaterinburg, Russia

¹ asi_5704@mail.ru

Abstract. The paper considers the technology and the main ways of storing potato crops. Storage conditions are analyzed, a description of the ventilation system, frequency regulation of the fan drive and automatic control of microclimate parameters are presented.

Keywords: potato storage, mechanical ventilation, microclimate parameters, frequency control, automatic control

For citation: Chernova A. A., Ivanov Yu. A. (2023). Obespecheniye trebuyemykh parametrov mikroklimate pri khraneniі kartofelya [Ensuring the Required Microclimate Parameters During Storage of Potatoes]. *Ehnergo- i resursosberezhenie. Ehnergoobespechenie. Netradicionnye i vozobnovlyaemye istochniki ehnergii. Atomnaya ehnergetika. Danilovskie chteniya — 2021* [Energy and Resource Saving, Power Supply. Non-traditional and Renewable Energy Sources. Nuclear Energy. Danilov Readings — 2021]. Ekaterinburg : Ural University Publishing House, 2023. P. 253–259. (In Russ).

Сельское хозяйство производит большую часть пищевых продуктов, ежедневно необходимых для народного потребления. Количество и качество продуктов является важным показателем качества жизни. По данным Росстата, за 2019 г. на душу населения в России приходилось 89 кг картофеля, при этом утвержденная Минздравом России норма потребления составляет 90 кг в год на человека [1; 2].

Помимо пищевых продуктов, сельское хозяйство производит сырье для пищевой промышленности. В животноводстве ежегодно требуется большое количество запасов зерновых, бахчевых, картофеля и овощей. Ежегодно необходимо делать запасы посевных культур. Также следует иметь резерв пищевых продуктов на случай чрезвычайной ситуации в стране.

Малая часть собранного урожая поступает непосредственно потребителю. Большую часть продукции необходимо хранить для дальнейшего использования и реализации. При правильном хранении можно добиться большего экономического эффекта, чем при увеличении посевных площадей. Потери картофеля, овощей и плодов при хранении ежегодно составляют 20–30 %.

Рассмотрим картофель как объект хранения. Известно около 200 диких и культурных видов. Клубни содержат 75–80 % воды и 25 % сухих веществ. Правильно подготовленный картофель в специально оборудованных хранилищах можно успешно хранить до 8–10 месяцев.

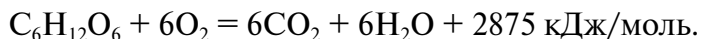
Непосредственно во время сбора урожая и после картофель может повредиться, так как его кожура тонкая и эластичная. Для дли-

тельного хранения картофеля необходимо его дозревание и заживление, образование более прочной кожуры (защитного слоя), который предотвращает попадание в картофель гнилостных микроорганизмов и минимизирует потери влаги.

Заживление поврежденных клубней проходит в первые две-три недели хранения при температуре 10–15 °С и относительной влажности 95 %. Типичные температуры хранения картофеля: 3–4 °С — для продовольственного; 7–8 °С — для картофеля фри; 10–13 °С — для чипсовых сортов.

Если картофель сухой, крайне важно обеспечить хорошее заживление ран, оно проходит быстрее при более высоких температурах и замедляется при низкой температуре и повышенной концентрации CO₂. При температуре ниже 10 °С заживления ран практически не происходит [3].

Дыхание, в том числе и клубней картофеля при хранении, — это протекающий с участием кислорода процесс распада органических питательных веществ до неорганических (углекислого газа и воды), сопровождающийся выделением энергии. Основным органическим веществом, участвующим в дыхательном процессе, являются углеводы. Суммарное уравнение дыхания следующее:



Картофель обычно хранят двумя основными способами: тарным (в контейнерах, ящиках, поддонах) и бестарным (насыпью) [3; 4].

Контейнерный способ хранения считается достаточно дорогим, поэтому подходит только для крупных хозяйств, в промышленных масштабах занимающихся выращиванием и реализацией картофеля. Стоит отметить, что для контейнерного хранения качество картофеля должно быть близким к идеальному.

Навалый способ хранения предполагает сыпку картофеля по периметру помещения слоем не больше 5 м, так как слой большей высоты плохо вентилируется и нижние клубни могут быть повреждены под давлением массы верхних. Такой метод хранения наиболее распространен из-за малой себестоимости и легкости выгрузки корнеплодов. Недостатки данного способа: сложно разделить картофель по сортам, невозможно учитывать воздушно-влажностный режим для картофеля разного назначения.

Для организации хранения навалым способом необходимо соблюдать следующие условия: помещение хранилища обязательно

должно быть герметичным и хорошо утеплено, а также соответствовать требованиям нормативов.

При использовании секционного метода хранения как развития навалного картофелехранилища оборудуются специальными изолированными секциями разной вместительности. Этот метод считается прогрессивным, потому что есть технические возможности для поддержания различного уровня температуры и влажности при хранении картофеля разного назначения.

После сбора урожая необходимо выполнить сортировку клубней и их просушку. Температура хранения картофеля на этом этапе должна составлять 15–18 °С, его продолжительность может достигать 12 дней.

Лечебная фаза обеспечивает дозревание клубней, а также заживление оставшихся повреждений. Для обеспечения этих процессов необходимо повышение температуры хранения (до 18–20 °С) и увеличение влажности воздуха (до 90–95 %). Продолжительность лечебной фазы может составлять 15–18 дней [5].

Перед закладкой картофеля на длительное хранение требуется его охлаждение, способное снизить активность различных вегетационных процессов в клубнях. При этом оптимальные условия хранения картофеля можно получить только при 4–5 °С, а снижать температуру ежедневно необходимо на 0,5 °С (для качественных чистых корнеплодов) или на 1 °С (для поврежденных клубней). Быстрое охлаждение картофеля — меньше чем за 10–20 суток — ведет к физиологическим заболеваниям клубней. Медленное охлаждение — более 40 суток — может привести к прорастанию картофеля. На протяжении всего основного периода хранения требуется поддерживать относительную влажность в пределах 85–95 %.

Периодом покоя называют физиологическое состояние, при котором ткани растения не переходят к росту. Такое состояние является одним из проявлений ритмичности процессов роста и развития, которое выработалось у растений в ходе длительной эволюции как важное приспособительное свойство к перенесению неблагоприятных для роста условий внешней среды. Во время покоя многие биохимические процессы протекают во много раз медленнее, чем в растущем растении. Продолжительность покоя при температуре от 3 до 4 °С может составлять от 120 до 270 суток [5].

Увеличить эффективность сохранности продукта в картофелехранилище можно за счет применения системы механической приточно-вытяжной вентиляции. Более высокая эффективность этой системы

объясняется возможностью подачи воздуха с заданными параметрами температуры и влажности непосредственно в слой картофеля.

Основными требованиями к вентиляционной системе картофелехранилищ являются:

- поддержание нормируемой температуры;
- обеспечение требуемого воздухообмена;
- удаление избытка углекислого газа;
- работа в режимах обогрева, сушки или лечения продукции;
- предотвращение образования конденсата на поверхности продукции.

Существует несколько вариантов таких систем, которые по расположению каналов подачи приточного воздуха сводятся к двум: напольным и подпольным. Рассмотрим напольную систему как наиболее удобную в эксплуатации.

При напольной системе подачи воздуха картофель закладывают непосредственно на воздухораспределительные каналы. На практике используют каналы металлические арочного типа.

Для обеспечения нормативных условий необходимо контролировать и регулировать параметры микроклимата в картофелехранилище в зависимости от параметров наружного воздуха.

Контроль параметров микроклимата осуществляется с помощью датчиков, установленных в контрольных точках: в толще продукции, воздуховодах, внутри и снаружи хранилища. При отклонении параметров одного из датчиков сигнал через систему управления поступает на частотный преобразователь электродвигателя вентилятора, который регулирует режим работы таким образом, чтобы конечная величина приблизилась к нормируемой или стала равна ей. Допустимая погрешность регулирования составляет ± 1 °С.

Применение систем автоматического управления параметрами микроклимата позволит обеспечить разные режимы хранения. Система сможет своевременно отреагировать на изменение параметров наружного воздуха.

Автоматизированная система будет более эффективной при навальном секционном способе хранения. Секции хранилища независимы друг от друга, их подключают к вентиляции по мере заполнения и отключают по мере отгрузки продукции. Такая система может обеспечить индивидуальные параметры для секций в зависимости от сорта и назначения картофеля.

Таким образом, применение систем механической вентиляции совместно с системами автоматического управления и частотного регулирования привода вентиляторов позволит в лучшей степени сохранить продукцию, уменьшить энергозатраты, обеспечить долговечность работы оборудования.

Список источников

1. Российский статистический ежегодник. 2020: Статистический сборник. М. : Росстат, 2020. 700 с. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ejegovodnik_2020.pdf (дата обращения: 10.12.2021).
2. Потребление картофеля в России. URL: <https://миркарт.рф/карты?id=335> (дата обращения: 10.12.2021).
3. Хранилища для картофеля. URL: https://www.rusbana.ru/ru/vashe-syre/34_1_0_303.html (дата обращения: 10.12.2021).
4. Хранение картофеля / К. А. Пшеченков, В. Н. Зейрук, С. Н. Еланский [и др.] // Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха; Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова. М. : Агроспас, 2016. 128 с.
5. Технология длительного хранения картофеля в овощехранилищах. URL: <https://skladovoy.ru/usloviya-i-sposoby-xranenie-kartofelya-na-skladax.html> (дата обращения: 10.12.2021).

References

1. Russian Statistical Yearbook. 2020: Statistical collection. M. : Rosstat, 2020. 700 p. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ejegovodnik_2020.pdf (date of access: 10.12.2021).
2. Potato consumption in Russia. URL: <https://миркарт.рф/карты?id=335> (date of access: 10.12.2021).
3. Storage for potatoes. URL: https://www.rusbana.ru/ru/vashe-syre/34_1_0_303.html (date of access: 10.12.2021).
4. Potato storage / K. A. Pshechenkov, V. N. Zeiruk, S. N. Elansky [et al.] // All-Russian Scientific Research Institute of Potato Farming named after A. G. Lorkh; Lomonosov Moscow State University. M. : Agrosapas, 2016. 128 p.

5. Technology of long-term storage of potatoes in vegetable storages.
URL: <https://skladovoy.ru/usloviya-i-sposoby-xranenie-kartofelya-na-sk-ladax.html> (date of access: 10.12.2021).

Информация об авторах

Анастасия Андреевна Чернова — магистрант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Института строительства и архитектуры Уральского федерального университета (Екатеринбург, Россия), asi_5704@mail.ru

Юрий Александрович Иванов — кандидат технических наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Института строительства и архитектуры Уральского федерального университета (Екатеринбург, Россия), j.a.ivanov@urfu.ru

Information about the authors

Anastsiya A. Chernova — Undergraduate Student of the Department Thermal and Gas Supply and Ventilation of the Institute of Construction and Architecture of the Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia), asi_5704@mail.ru

Yurij A. Ivanov — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Thermal and Gas Supply and Ventilation of the Institute of Construction and Architecture of the Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia), j.a.ivanov@urfu.ru