

УДК 630\*232.315.20

*Н. И. ЯКИМОВ, к. с.-х. н., доцент УО «Белорусский государственный технологический университет»;*

*А. А. ДОМАСЕВИЧ, к. с.-х. н., ст. преподаватель УО «Белорусский государственный технологический университет»;*

*Д. И. ФИЛОН, к. с.-х. н., ст. преподаватель УО «Белорусский государственный технологический университет»*

07.12.2011 г.

# ПРОДЛЕНИЕ СРОКА ХРАНЕНИЯ ЖЕЛУДЕЙ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В ЖЕЛУДЕХРАНИЛИЩАХ

## РЕФЕРАТ

*Хранение в регулируемой атмосфере – технология, которая позволяет значительно увеличить продолжительность хранения продукции и сохранить ее качество. Суть технологии хранения в регулируемой газовой среде заключается в создании режима хранения с определенными характеристиками, учитывающими: температурный режим; относительную влажность воздуха; состав атмосферы в камере хранения, в частности, содержание в ней кислорода и углекислого газа.*

## SUMMARY

*Storage in adjustable atmosphere is technology which allows to increase considerably duration of storage of production and to keep its quality. The essence of technology of storage in the adjustable gas environment consists in creation of a mode of storage with the certain characteristics considering: a temperature mode; relative humidity of air; atmosphere structure in a left-luggage office, in particular, the maintenance in it of oxygen and carbonic gas.*

## ВВЕДЕНИЕ

Семена древесных и кустарниковых растений являются живыми растительными организмами, в которых постоянно идут сложные биохимические процессы. Потеря жизнеспособности семян происходит в результате расхода запасных питательных веществ при активизации дыхания из-за изменения факторов внешней среды. Желуди являются крупным семенным материалом с высокой естественной влажностью. Поэтому их хранение сопряжено с рядом трудностей. При плюсовых температурах (10-12°C) желуди могут подсохнуть, при условии достаточной влажности – прорасти, а при минусовых температурах (1-5°C) – промерзнуть и потерять всхожесть. Когда желуди находятся в покое, они обладают сравнительно

низкой интенсивностью дыхания. Состояние покоя обусловлено отсутствием определенных физиологически активных соединений, без которых содержащиеся в желудях вещества не могут быть использованы для построения новых тканей и органов.

Способность желудей находиться в состоянии покоя возникла в процессе эволюции как приспособление к неблагоприятным для роста условиям. Как биологическое свойство эта способность закреплена генетически.

Выход из состояния покоя у желудей дуба осуществляется как новым синтезом жизненно необходимых веществ, так и инактивацией природных ингибиторов ростовых процессов. Интенсивность дыхания желудей резко повышается при прорастании и удерживается в дальнейшем на том же уровне.

Увеличение интенсивности дыхания наступает несколько раньше видимого начала прорастания желудей. О выходе из состояния покоя можно судить по интенсивности дыхания. Желуди дуба при хранении теряют в массе не только вследствие дыхания, но и испарения влаги. Все это говорит о том, что даже при низкой температуре происходит выделение желудями CO<sub>2</sub> и потеря сухого вещества.

Во время хранения в результате дыхания выделяется теплота. Однако в воздух выделяется не все тепло, часть его используется клетками для обменных реакций и на процесс испарения, часть запасается в виде химически связанной энергии. Биологическая роль дыхания состоит в том, чтобы обеспечивать живые ткани плодов энергией, необходимой для их жизнедеятельности.



Интенсивность дыхания желудей при хранении в значительной степени зависит от температуры. Желуди дуба черешчатого относятся к категории крахмалистых семян, имеющих высокое содержание крахмала и обладающих вынужденным покоем. В семядолях желудей его содержится 44-55 % и дополнительно до 10-12 % растворимых углеводов. Свежесобранные желуди имеют высокую естественную влажность, достигающую 80-90% (к сухой массе). Крахмалистость желудей и связанная с необходимостью сохранения жизнеспособности высокая их естественная влажность при обычной температуре обуславливают быстрое проявление меристематической активности тканей, высокую интенсивность дыхания и, как следствие этого, быстрое превращение запасных питательных веществ в доступную для проростка форму. В результате этого желуди начинают интенсивно прорастать. Чтобы затормозить эти процессы, необходим очень узкий диапазон оптимальных условий, обеспечивающих хорошее сохранение посевных качеств желудей при

достаточно продолжительном периоде их хранения [1].

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На длительность хранения желудей большое влияние оказывают такие факторы внешней среды, как температура, влажность и состав воздуха.

Хранение в обычных условиях предполагает обычную воздушную среду с нормальным содержанием в атмосфере кислорода (21%), углекислого и других газов.

Желуди, помещенные в замкнутую среду, благодаря естественному дыхательному обмену изменяют содержание  $\text{CO}_2$  и кислорода в окружающей атмосфере. По мере хранения плодов количество кислорода в атмосфере снижается и, соответственно, снижается его парциальное давление. В этой связи дыхание желудей замедляется. Концентрация  $\text{CO}_2$  при этом возрастает. На продление сроков хранения продукции могут оказывать влияние различные комбинации содержания кислорода и  $\text{CO}_2$ .

Снижение содержания кислорода при хранении желудей будет оказывать влияние на

следующие факторы: снижение интенсивности дыхания, увеличение продолжительности хранения.

Хранение желудей в желудехранилищах может осуществляться по двум вариантам (рисунок 1):

- в условиях с обычной воздушной средой (с содержанием кислорода порядка 21%, азота – 78%, углекислого газа – 0,03%);

- в условиях регулируемой газовой среды (с содержанием углекислого газа около 5%, кислорода – 10-13%) [2].

Пригодными для хранения являются желуди с влажностью не ниже 55-60%, с чистотой 98% и выше и доброкачественностью не ниже 85%. При снижении влажности желудей ниже 50% они теряют способность прорасти. Температуру воздуха в хранилищах следует поддерживать в пределах от 0 до +2° С, а относительную влажность воздуха на уровне 60-70% [1,3,4].

При хранении желудей в условиях обычной воздушной среды в помещении для хранения должна проводиться принудительная циркуляция воздуха (рисунок 2). Циркуляция воздуха должна интенсифицировать теплообмен, способствовать созданию равномерного температурно-влажностного режима в камере хранения и удалению летучих веществ, выделяемых при метаболизме.

Желуди, предназначенные для хранения, помещаются в контейнеры с решетчатым или сетчатым дном высотой до 20 см. Контейнеры по мере заполнения устанавливаются на стеллажи.

Предварительное охлаждение проводится после сбора желудей для торможения физиолого-биохимических процессов, предотвращения развития фитопатогенных микроорганизмов и уменьшения потери влаги. Отсут-

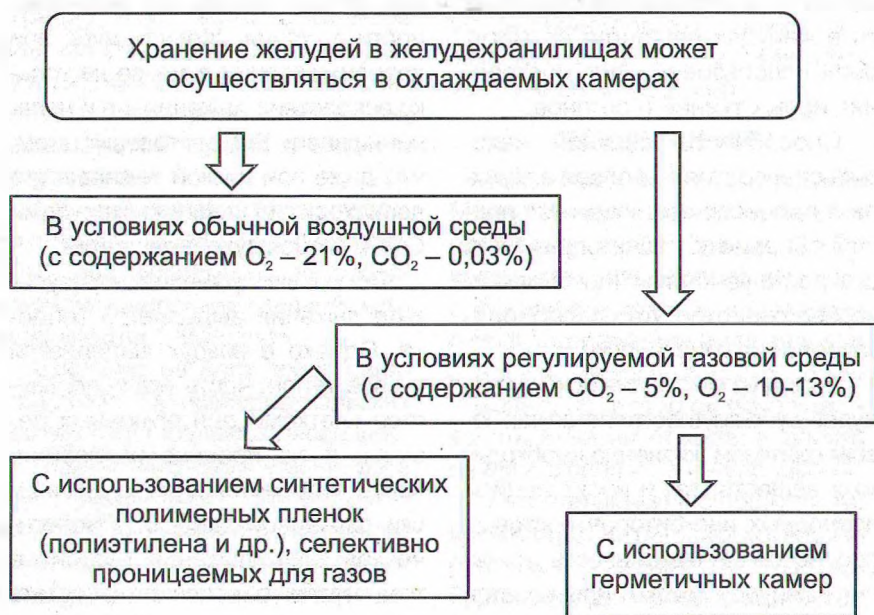
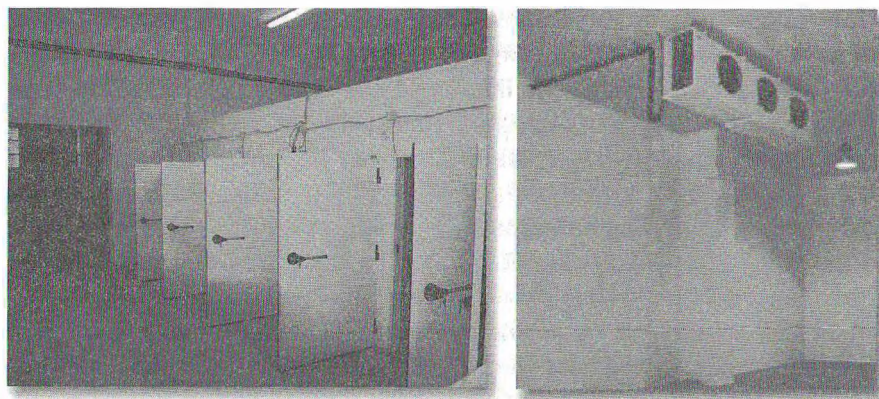


Рисунок 1. Возможные варианты хранения желудей в желудехранилищах





**Рисунок 2. Камеры хранения с обычной воздушной средой**

стве или задержка охлаждения сокращают продолжительность хранения. Предварительное охлаждение желудей проводят в течение 2-3 суток, при этом температура должна постепенно снижаться до требуемой. Хранение начинается с момента установления требуемой температуры, которая поддерживается до конца хранения.

В период охлаждения и хранения в камере должна обеспечиваться циркуляция воздуха. Оптимальная скорость движения воздуха должна составлять 0,1-0,3 м/с.

По окончании охлаждения (после достижения заданного температурного режима) циркуляцию проводят периодически по 30 мин при общей продолжительности не более 3 ч в сутки. Периодическую циркуляцию воздуха осуществляют при отклонении температуры и относительной влажности воздуха от установленных значений.

Воздухообмен в камерах проводят в первую неделю хранения ежедневно, а в последующий период – через каждые трое суток посредством системы кондиционирования воздуха. Количество добавляемого наружного воздуха должно составлять 2-3 объема камеры в сутки. Подаваемый наружный воздух должен быть чистым и не зараженным микроорганизмами.

Расположение стеллажей в камере не должно нарушать свободную циркуляцию воздуха. Для этого стеллажи располагают перпендикулярно оси нагнетательного воздушного канала или грузового прохода. Через каждые два стеллажа оставляют боковые проходы шириной 60-70 см, а между смежными контейнерами – просветы 5-10 см для циркуляции воздуха.

Между стеной и стеллажами, а при наличии пристенных колонн между ними и стеллажами, оставляют расстояние 30 см. Таким же должно быть расстояние между верхом стеллажа и низом нагнетательного канала. Для обеспечения нормальной циркуляции воздуха высота стеллажа должна быть одинаковой в любом месте камеры.

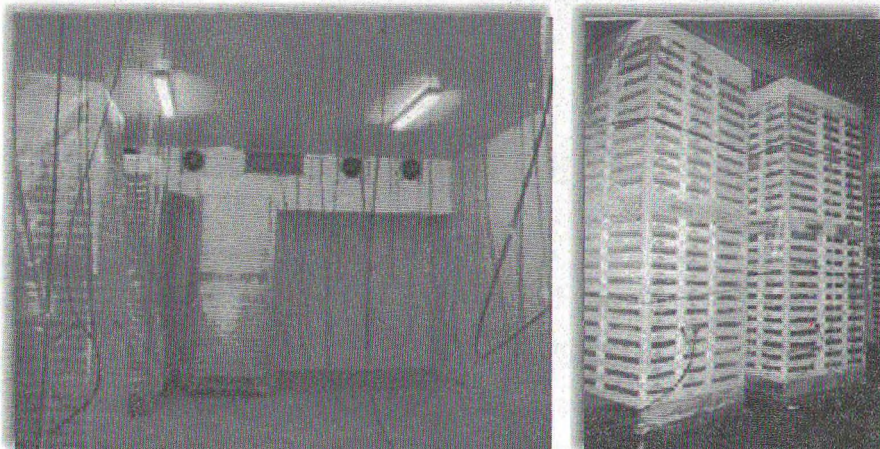
Камеры хранения необходимо заполнять в течение 7-10 дней,

что обеспечит равномерное охлаждение всех желудей. При загрузке камер охлаждающее оборудование должно быть включено. Степень загрузки камеры оказывает влияние на относительную влажность воздуха в ней. Снижение степени загрузки сказывается и на ухудшении условий циркуляции.

При хранении желудей постоянно контролируют температуру и влажность воздуха в камере хранения.

В процессе хранения не реже двух раз в месяц проводят визуальный осмотр желудей. Для партий желудей, хранящихся до одного года, определение всхожести или доброкачественности проводят с периодичностью один раз в 6 месяцев в соответствии с ГОСТ 13056.6-97 [5] и ГОСТ 13056.8-97 [6]. Для партий желудей, хранящихся более одного года, всхожесть или доброкачественность определяют один раз в 4 месяца. Дальнейшему хранению подлежат партии желудей, всхожесть или доброкачественность которых составляет не менее 50% [7].

При хранении в условиях регулируемой газовой среды, кроме контроля над температурным режимом и относительной влажностью воздуха, необходим контроль состава атмосферы в камере хранения.



**Рисунок 3. Хранение с использованием синтетических полимерных пленок (полиэтилена и др.), селективно проницаемых для газов**



Существует несколько способов хранения плодов в регулируемой газовой среде:

- с использованием синтетических полимерных пленок (полиэтилена и др.), селективно проницаемых для газов;

- в герметичных холодильных камерах с регулируемой газовой средой.

При хранении в емкостях из пленок накопление диоксида углерода и снижение концентрации кислорода происходит естественным путем вследствие дыхания желудей. Оно не поддается точному регулированию, однако газовый состав атмосферы внутри упаковок можно частично менять подбором различных пленок, изменением вместимости упаковок и температуры.

Для хранения желудей в полимерных селективно-проницаемых пленках целесообразно использовать контейнеры-мешки с диффузионными вставками. При таком хранении не требуется герметизации помещения, его можно применять в обычных холодильных камерах (рисунок 3).

Желуди хранят в больших полиэтиленовых контейнерах (мешках) с диффузионными вставками (окнами) из специальной силиконо-каучуковой ткани (эластомера), обладающей селективной проницаемостью для газов. Такие контейнеры представляют собой мягкий мешок из полиэтиленовой пленки толщиной 120-200 мкм. В одной из боковых сторон на половине высоты вмонтирована диффузионная вставка. На дно полиэтиленового мешка помещают контейнер, наполненный желудями, затем стенки полиэтиленового мешка поднимают и расправляют, после устанавливают второй контейнер с желудями и т. д. Верхнюю, свободную часть контейнера-мешка завязывают бечевкой. Силиконовая пленка пропускает  $\text{CO}_2$  в 5-6 раз быстрее, чем кислород, благодаря чему в контейнерах возникает желаемый газовый режим. Недостатком этого способа является образование конденсата на внутренней поверхности пленки, если не до конца удалить теплоту дыхания. По-

этому очень важно плоды перед загрузкой в контейнеры охлаждать и строго регулировать температуру хранения, не допуская резких перепадов температуры внутри и в окружающей атмосфере.

Газовый режим в контейнерах стабилизируется в течение трех-четырёх недель после загрузки. Каждые 4-5 суток проверяют состав газовой среды.

Степень испарения влаги можно регулировать перфорацией пленки, причем количество и размеры ячеек (отверстий в пленке).

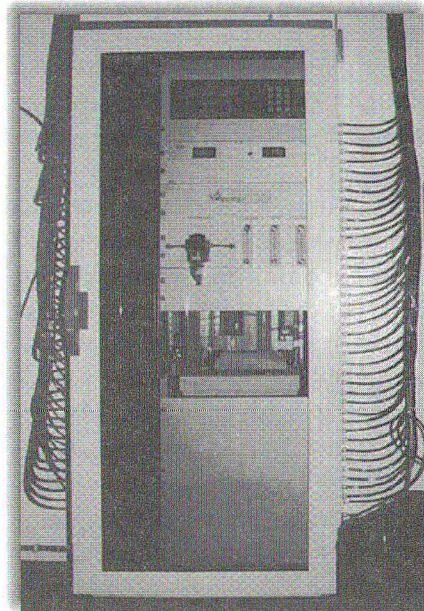
Состав газовой среды в герметических камерах холодильников регулируют с использованием специальных установок – адсорберов, скрубберов или газообменников-диффузоров (рисунок 4). Применение этих установок теснейшим образом связано с газообменом, протекающим в плодах. Содержание  $\text{CO}_2$  и кислорода в атмосфере камеры проверяется и регулируется газоанализаторами, которые управляют автоматически работой специальных ус-



а) Газонепроницаемые камеры



б) Адсорбер углекислого газа



в) Автоматическая система анализа и регулирования процесса хранения

Рисунок 4. Хранение в регулируемой газовой среде



тановок, при этом избыток  $\text{CO}_2$  удаляется, а содержание кислорода продолжают снижать до требуемого уровня. Необходимая газовая смесь  $\text{CO}_2$  и кислорода в камере устанавливается спустя 3-4 недели после закрытия камеры.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Желуди дуба черешчатого относятся к категории крахмалистых семян, имеющих высокое содержание крахмала (44–55%) и обладающих вынужденным покоем.

Крахмалистость желудей, их влажность и температура воздуха обуславливают интенсивность дыхания плодов. Из-за активного дыхания желуди весьма чувствительны к повышенному содержанию углекислого газа. Малейшие затруднения с проветриванием чреватой гибелью желудей.

Пригодными для хранения считают желуди с влажностью не ниже 55-60 %, при чистоте 98 % и выше и доброкачественности не ниже 85 %. Температуру воздуха в хранилищах следует поддерживать в пределах от 0 до +2 °С, а относительную влажность воздуха – 60-70%.

Хранение желудей в желудехранилищах может осуществляться: в условиях с обычной воздушной средой (с содержанием кислорода порядка 21%, азота – 78%, углекислого газа – 0,03%) или в условиях регулируемой газовой среды (с содержанием углекислого газа около 5%, кислорода – 10-13%).

Хранение желудей в условиях обычной воздушной среды заключается в точном поддержании температуры, степени влажности воздуха в камерах, обеспечении требуемых скоростей обдува и вентилирования камер.

Технология хранения в регулируемой газовой среде заключается в создании среды хранения с определенными харак-

теристиками, учитывающими: температурный режим хранения; относительную влажность воздуха; состав атмосферы в камере хранения, в частности, содержание в ней кислорода и углекислого газа (снижение содержания кислорода при хранении оказывает влияние на снижение интенсивности дыхания плодов).

Желуди можно хранить в полиэтиленовых контейнерах (мешках) с диффузионными вставками (окнами) из специальной силиконо-каучуковой ткани (эластомера), которая пропускает  $\text{CO}_2$  в 5-6 раз быстрее, чем кислород, благодаря чему в контейнерах возникает желаемый газовый режим. Степень испарения влаги можно регулировать перфорацией пленки. При хранении в емкостях из пленок накопление диоксида углерода и снижение концентрации кислорода будет происходить естественным путем, вследствие дыхания желудей.

При таком хранении не требуется герметизации помещения, его можно применять в обычных холодильных камерах.

При использовании для хранения желудей герметичных холодильных камер состав газовой среды в них регулируют с использованием специальных установок – адсорберов, скрубберов или газообменников-диффузоров. Диоксид углерода, накапливающийся в герметических условиях хранения как продукт дыхания, частично удаляется из камер.

Использование идей импортируемых на территорию Республики Беларусь современных технологий хранения овощей и плодов позволит, при дополнительных научных исследованиях и разработках, разработать комплекс отечественных технологических решений, обеспечивающих хорошее сохранение посевных качеств желудей при достаточно продолжительном периоде их хранения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по лесосеменному делу / Под ред. А.И. Новосельцевой. – М.: Лесная промышленность, 1978. – 94 с.
2. Хранение плодов в регулируемой газовой среде [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lol.org.ua/rus/fruits/showart>. – Дата доступа 05.11.10.
3. Наставление по лесосеменному делу / Под ред. Е.М. Стрельцова. – М.: Центральное бюро научн.-техн. информации, 1980, – 110 с.
4. Наставление по лесосеменному делу: научно-техническая информация в лесном хозяйстве / Республиканское унитарное предприятие «БЕЛГИПРОЛЕС». – Минск, 2004. – Вып. 9. – 72 с.
5. Семена деревьев и кустарников. Методы определения всхожести: ГОСТ 13056.6–97. – Введ. 01.07.98. – Минск: Межгосударственный совет стандартизации, метрологии и сертификации, 1997, – 31 с.
6. Семена деревьев и кустарников. Методы определения доброкачественности: ГОСТ 13056.8–97. – Введ. 01.01.99. – Минск: Межгосударственный совет стандартизации, метрологии и сертификации, 1997, – 15 с.
7. Семена орехоплодных и плюсконосных деревьев и кустарников. Посевные качества: ГОСТ 13854–78. Введ. 15.11.78. – М.: Гос. ком. СССР по стандартам, 1978, – 8 с.