

**НОВЫЙ ПОДХОД К ПОСЛЕУБОРОЧНОМУ ХРАНЕНИЮ ОРЕХОВ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ КАЧЕСТВА**
A NEW APPROACH TO POST-HARVEST STORAGE OF NUTS TO IMPROVE THEIR QUALITY

Ю. К. Стулина, студент

Н. Л. Лопаева, кандидат биологических наук, доцент
Уральский государственный аграрный университет
(Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42)

Рецензент: О. В. Горелик, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Аннотация

Современные исследования по сохранению жизнеспособности орехов (как семян) и послеуборочному сохранению качества орехов (как съедобных) проводятся независимо друг от друга. Предлагается интегрировать и обмениваться данными по этим двум темам с получением лучших результатов для обеих сторон. Концепции, используемые для поддержания жизнеспособности хранящихся семян, такие как постепенная сушка, хранение при температуре ниже критической относительной влажности и использование влагопоглотителей, могут применяться (и иногда применяются) в коммерческом хранении орехов для улучшения качества. Дополнительные факторы качества, такие как аромат и вкус, также могут быть подвержены влиянию, поскольку целостность биологических мембран, необходимых для жизнеспособности семян, будет поддерживаться с помощью таких методов.

Ключевые слова: зерно, орехи, семена, хранение, качество.

Summary

Current research on nut viability preservation (as seeds) and postharvest preservation of nut quality (as edible) are conducted independently of each other. It is suggested that data on these two topics be integrated and shared with better results for both sides. Concepts used to maintain the viability of stored seeds, such as gradual drying, storage below critical relative humidity, and the use of desiccants, can be (and sometimes are) applied to commercial nut storage to improve quality. Additional quality factors, such as aroma and flavor, may also be affected as the integrity of biological membranes necessary for seed viability will be maintained by such methods.

Keywords: Grain, nuts, seeds, storage, quality.

Орехи и зерно – это семена до того, как они используются в пищу. Семена имеют криптобиотический тип жизни, который является переходным состоянием между жизнью и смертью, и процедура хранения вполне может решить их судьбу. Большая часть исследований по послеуборочной обработке орехов в основном основана на экспериментах методом проб и ошибок, направленных на установление эффективных условий хранения [1]. Цель состоит в том, чтобы контролировать факторы, которые известны как вредные для качества и долговечности орехов, включая температуру, влажность и кислород как основные факторы, способствующие возникновению проблемы хранения орехов, поэтому обычно их необходимо поддерживать на минимально возможном уровне, чтобы увеличить срок хранения продукта. При поиске надлежащих условий хранения для данного вида орехов предлагается разнообразный набор режимов хранения: от упаковки в N₂ и CO₂ до вакуумной упаковки, от вентилируемого хранения до полностью герметичных систем, до использования близких к замо-

розке или отрицательных температур, хотя это и непрактично, но иногда считается идеальным.

При рассмотрении целей этих методов их можно расположить следующим образом:

1. Сохранение максимально возможного качества орехов. Это качество обычно включает сохранение хорошего натурального и оригинального аромата, отсутствие прогорклости, хороший вкус, хороший внешний вид и, наконец, что, возможно, наиболее важно сегодня, хорошее микробиологическое состояние, т.е. минимально возможный рост микроорганизмов и грибов, которые могут привести к образованию микотоксинов и нанести вред здоровью, что в настоящее время является одним из решающих факторов в международной торговле орехами и пищевым зерном. Проблема афлатоксинов в фисташках является наглядным примером важности проблемы микотоксинов в лесных орехах.

2. Увеличение хранимости и срока годности орехов, что имеет ярко выраженную экономическую ценность. Если учесть, что фактически все продовольственное зерно и орехи являются семенами, можно задаться вопросом, почему методы и научные результаты науки о семенах не используются в интересах более молодой дисциплины - науки о послеуборочной обработке. Если бы существовал минимальный обмен информацией и общие цели в обеих областях, можно было бы обмениваться и соответствующими методами.

Сравнение науки о семенах и науки о послеуборочной обработке орехов в стратегиях консервации

Сохранение жизнеспособности семян – может ли это означать меньшую грибковую инфекцию?

Наиболее важной целью в семеноводстве является поддержание жизнеспособности семян путем изучения физиологических аспектов развития, созревания и хранения семян. Одним из наиболее важных факторов, который сопровождается потерей жизнеспособности, является грибковая инфекция. Не следует просто утверждать, что грибковая инфекция является причиной снижения жизнеспособности; вместо этого лучше предположить, что условия, благоприятствующие росту грибов и снижению жизнеспособности семян, одинаковы. С практической точки зрения, чем лучше поддерживается жизнеспособность семян, тем меньше будет грибковое заражение, и наоборот. Существует множество отчетов, подтверждающих эту взаимосвязь.

Стратегии сушки

Воздействие температуры выше 35°C в процессе сушки семян снижает жизнеспособность семян. Рекомендуется использовать более низкие температуры с усиленной циркуляцией воздуха. Естественным следствием обработки семян для сохранения жизнеспособности является поддержание целостности клеточных мембран. Многие косвенные тесты на жизнеспособность основаны на оценке целостности мембран путем измерения утечки катионов или растворимых сахаров из клеток семян [2]. С другой стороны, в области послеуборочной обработки желательна сохранение первоначального вкуса и аромата в течение длительного времени. Если семена обрабатываются таким образом, что сохраняется жизнеспособность и, следовательно, целостность мембран, то это приводит к улучшению вкуса и аромата. В исследовании, в котором сравнивались солнечная сушка и традиционные методы принудительной сушки горячим воздухом, фисташки, высушенные на солнце, имели превосходный вкус и аромат. «Максимальная рекомендуемая температура для сушки фисташковых орехов нагретым воздухом составляет 55°C. Более высокие температуры, помимо неэкономичности, вызывают растрескивание ядер, выделение летучих соединений, затвердевание ядер, снижают срок хранения и всхожесть». "Низкотемпературная сушка зерна — это метод, при кото-

ром зерно высушивается в течение длительного периода времени при температуре воздуха до 5°C выше температуры окружающей среды. Качество зерна, высушенного с помощью низкотемпературной системы, высокое, если удается избежать порчи".

Из приведенных выше высказываний ясно видно, что при использовании подхода поддержания жизнеспособности все желаемые факторы качества получаются естественным путем. Методы быстрой сушки, повреждающие клеточные структуры, могут повысить восприимчивость зерна и орехов к дальнейшему грибковому заражению, возможно, аддитивным образом, позволяя грибкам эффективно проникать и закрепляться. Исследования доказали, что обработка, искажающая клеточные структуры, увеличила частоту встречаемости афлатоксина в фисташковых орехах с 12% до 100% орехов. Методы быстрой сушки вызывают сомнения как из-за ненужных затрат ископаемого топлива, так и из-за ухудшения качества «естественной упаковки», которое не происходит в процессе естественной сушки отдельных орехов [4].

Режимы хранения и содержание воды

После сушки и во время хранения концепция ограничения активности воды преобладает как в семеноводстве, так и в послеуборочной науке для достижения максимально возможной продолжительности жизни, однако необходимо учитывать и некоторые другие моменты. В семеноводстве основное внимание уделяется правильному содержанию влаги, а в послеуборочной обработке важно минимизировать потери влаги. Лучшим методом сохранения качества семян является контроль содержания воды в семенах. Будучи ксерофитными организмами, рост грибов начинается при 0,79; таким образом, поддержание активности воды на уровне $< \sim 0,7$ дает достаточную защиту. Поддержание активности воды достигается двумя основными методами: (а) упаковка таким образом, чтобы обеспечить естественную циркуляцию воздуха при условии, что относительная влажность воздуха находится на уровне или ниже точки равновесия с вышеупомянутой активностью воды (обычно до 60%-70% считается безопасным); и (б) снижение активности воды в семенах до безопасных значений с последующим использованием герметичной системы упаковки. Этот более поздний метод, хотя и требует меньшего контроля климата среды хранения, также имеет свои ограничения. В этом методе обычно предпочитают использовать относительно небольшие упаковки, так как в больших контейнерах или упаковках воздействие колебаний температуры, таких как день/ночь, солнце/тень, зима и лето, вызывает явление, известное как миграция влаги, что приводит к постепенному накоплению влаги в более холодных областях; в зависимости от вида воздействия это может быть либо сердцевина основной массы, либо края или крыша контейнера, куда могут попасть капли воды.

При обсуждении режимов хранения, требуемых для основных типов семян, т.е. ортодоксальных, промежуточных и рекальцитантных семян, основные рекомендации для каждого типа различаются. Для последних типов сушка до низких уровней не является необходимой, как для ортодоксальных семян.

Поведение рекальцитантных семян при хранении

Когда свежие семена рекальцитранта начинают высыхать, жизнеспособность сначала немного снижается по мере потери влаги, но затем начинает значительно снижаться при определенном содержании влаги, называемом "критическим содержанием влаги" или "наименьшим безопасным содержанием влаги". Если сушка продолжается и дальше, жизнеспособность в конечном итоге снижается до нуля. Несмотря на большие различия в значениях наименьшего безопасного содержания влаги у разных видов, эти уровни содержания влаги эквивалентны относительной влажности 96-98% (или водному потенциалу семян примерно

от -1,5 до -5 МПа). Не существует удовлетворительного метода поддержания жизнеспособности неповрежденных рекальцитантных семян в течение длительного времени [3]. Это связано с тем, что их нельзя высушить; их также нельзя хранить при отрицательных температурах, поскольку в этом случае они погибнут от замораживания в результате образования льда. Кроме того, некоторые тропические рекальцитантные семена также повреждаются при охлаждении при температуре 10-15°C и ниже. Продолжительность жизни семян рекальцитрантов, особенно видов, адаптированных к тропической среде, обычно невелика - от нескольких недель до нескольких месяцев. Однако долговечность семян видов, адаптированных к умеренной среде, может сохраняться гораздо дольше, например, более 3 лет для семян дуба, хранящихся влажными при -3°C. Рост грибков во время влажного хранения семян можно значительно уменьшить, если хранить семена при содержании влаги на уровне или немного меньше того значения, при котором они прорастают. Влажное хранение семян (например, при содержании влаги, при котором они прорастают) во влажной среде предпочтительнее, чем хранение в проветриваемых полиэтиленовых пакетах.

Промежуточное поведение семян при хранении

Существенной особенностью поведения промежуточных семян при хранении является то, что отрицательная связь между продолжительностью жизни семян в воздушно-сухом хранилище и содержанием влаги меняется на противоположную при значениях ниже равновесных (при 20°C) с примерно 40-50%. Другой особенностью промежуточных семян тропического происхождения является тот факт, что продолжительность жизни сухих семян (влажность 7-10%) уменьшается при снижении температуры хранения ниже примерно 10°C. В таких случаях существует оптимальная воздушно-сухая среда хранения для поддержания жизнеспособности семян. Для кофе арабика это около 10°C при содержании влаги 10-11%. С точки зрения оптимальной воздушно-сухой среды хранения семян, может быть полезно проводить различие между видами с промежуточным хранением семян, адаптированными к тропической среде, и видами, адаптированными к умеренной среде (включая большие высоты в тропиках). Например, промежуточные семена тропического происхождения, такие как кофе арабика и папайя, могут храниться при влажности в равновесии с 50% относительной влажности (9-10% влажности) и 10°C до 5 и 6 лет, соответственно, без потери жизнеспособности. Жизнеспособность семян промежуточных культур умеренного происхождения также хорошо сохраняется при содержании влаги в равновесии с примерно 50% относительной влажности, но при более низких температурах от 5 до -20°C. Например, семена дикого риса могут храниться в герметичном хранилище при -2 или 3°C с содержанием влаги 9-11,5% в течение 9-12 месяцев без потери жизнеспособности, или при -18°C с содержанием влаги 5,4-6,8% в течение 15-16 месяцев для эмбриональной оси с потерей жизнеспособности не более 11-15% [5].

Как можно заключить из вышеприведенных пунктов, самые сухие семена не обязательно хранятся лучше всего. Основным препятствием для хранения семян с промежуточной физиологией является понимание предела, до которого семена могут быть высушены, и взаимодействия температуры и содержания воды на выживаемость семян. Даже ортодоксальные семена теряют жизнеспособность и целостность мембраны и подвергаются автоокислению жиров при очень низком содержании влаги. Это может быть особенно полезно для растений тропической зоны с рекальцитантными или промежуточными семенами. Имеются сообщения о том, что влажное хранение повышает жизнеспособность и снижает порчу семян таких растений, как бразильский орех. С другой стороны, в условиях избыточной сухости усиливаются перекисные реакции жиров (автоокисление), в результате которых образуются свободные радикалы, способствующие дальнейшей порче семян.

Библиографический список

1. Нишионов Ф. А., Кидиров А. Р., Салохиддинов Н. С., Хожиев Б. Р. Проблемы и решения сбора урожая арахиса СА // Вестник Науки и Творчества. 2022. № 1 (73). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-resheniya-sbora-urozhaya-arahisa> (дата обращения: 28.11.2022).
2. Гусакова Н. Деревья смотри в плодах [Электронный ресурс] // Наука и инновации. 2012. № 112. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/derevyua-smotri-v-plodah> (дата обращения: 28.11.2022).
3. Беседина Т. Д., Тутберидзе Ц. В., Тория Г. Б. Проблемы агросферы в возделывании фундука [Электронный ресурс] // Новые технологии. 2019. № 4. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-agrosfery-v-vozdelyvanii-funduka> (дата обращения: 28.11.2022).
4. Бобренева И. В., Баями А. А. Возможность использования тигровых орехов в мясных продуктах [Электронный ресурс] // Техника и технология пищевых производств. 2019. № 2. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnost-ispolzovaniya-tigrovyyh-orehov-v-myasnyh-produktah> (дата обращения: 28.11.2022).
5. Маматкулов О. Т., Дадамирзаев М. Х., Тошпулатов Б. С. У., Отаханов Ш. Ш. У. Технология приготовления цукатов из нетрадиционных видов сырья (ореховые, гранатовые корки) [Электронный ресурс] // Universum: технические науки. 2020. № 9-2 (78). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-prigotovleniya-tsukатов-iz-netraditsionnyh-vidov-syruya-orehovyue-granatovyue-korki> (дата обращения: 28.11.2022).