

Койгельдина Айгерим Ержановна, PhD ,
Исина Жанна Магжановна, к.б.н.,
Казахский научно исследовательский институт
защиты и карантина растений имени Ж.Жиембаева,
Республика Казахстан
E-mail: rustipon2009@mail.ru, aygerim_k@mail.ru

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ ЯБЛОК НА КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ

В статье обсуждается условия хранения яблок и их влияние на качество продукции. Яблоки являются сезонным фруктом с высоким рыночным спросом, обеспечивающим организм необходимыми витаминами и микроэлементами. В яблоках содержится большое количество полезных для организма человека витаминов, минералов, макроэлементов. При получении качественных пищевых продуктов из яблок ключевым фактором является их хранение. В настоящей статье приведены факторы, от которых зависит качество яблок при хранении.

Ключевые слова: яблоко, хранение, качество продукции, условия хранения

Койгелдина Айгерим Ержан Кызы, PhD,
Исина Жанна Магжан кызы, б.и.к.,
Ж. Жиембаев атындагы өсүмдүктөрдү коргоо жана
карантини Казак илим изилдөө институту,
Казакстан Республикасы

АЛМА САКТОО ШАРТТАРЫНЫН ПРОДУКЦИЯНЫН САПАТЫНА ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ

Макалада алманын сактоо шарттары жана алардын продукциянын сапатына тийгизген таасири талкууланат. Алма-организмди керектүү витаминдер жана микроэлементтер менен камсыз кылган, рыноктук суроо-талап жогору сезондук жемиси. Алмада адамдын организмине пайдалуу витаминдер, минералдар, микроэлементтер көп. Алмадан сапаттуу тамак-аш азыктарын алууда, аларды сактоо негизги фактор болуп саналат. Бул макалада сактоо учурунда алманын сапаты көз каранды болгон факторлор келтирилген.

Негизги сөздөр: Алма, сактоо, продукциянын сапаты, сактоо шарттары.

Koigeldina Aigerim Yerzhanovna, PhD,
Isina Zhanna Magzhanovna, candidate of biological sciences,
Kazakh Scientific Research Institute of plant protection and
quarantine named after Zh.Zhiembayev,
Republic of Kazakhstan

INFLUENCE OF APPLE STORAGE CONDITIONS ON PRODUCT QUALITY

Apples are a seasonal fruit with a high market demand, rich of essential vitamins and trace elements. Apples contain a large number of vitamins, minerals, macronutrients useful for the human body. When obtaining quality food products from apples, storage is a key factor. This article is a summary of the apples storage conditions that affect fruit quality.

Keywords. Apple, storage, product quality, storage conditions

Введение. По информации Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан производство яблок является одним из приоритетных направлений развития АПК в рамках стратегических документов по развитию отрасли. Глава Министерства торговли добавил, что к 2024 году планируется довести валовый сбор яблок до 352,5 тысячи тонн, что полностью обеспечит потребности внутреннего рынка. В связи с этим наибольший интерес у садоводов вызывает ведение интенсивного садоводства, так как с помощью этой технологии можно на меньших площадях вырастить большее количество плодовых деревьев. При правильном ведении интенсивной технологии возделывания плодовых деревьев можно получить качественную продукцию, значительно повысив урожайность. Помимо этого, необходимо продумать хранение полученной продукции для дальнейшей ее реализации.

Польза яблок для организма человека очень велика. Яблоко – это самый доступный, но в тоже время один из самых полезных фруктов, оказывающих благоприятное влияние на организм человека (1-5). Помимо витаминов и микроэлементов, в них содержится много и других полезных для организма человека свойств.

Данная культура появилась более двух тысяч лет назад в южной Европе. Изначально яблоня была диким растением, но в процессе эволюции была одомашнена. В настоящее время, по всему миру селекционеры выводят новые сорта и гибриды, которые более устойчивы к различным заболеваниям, вредителям и перепадам температуры. Из всех микро- и макроэлементов, которые содержатся в яблоках наибольшее значение имеют клетчатка (0,6–0,7%); каротин и пектин (0,26–0,27%); органические кислоты; витамины А, В, Р, РР, К; натрий, фосфор, калий, цинк, кальций, фтор, железо, магний, молибден, бор, марганец и многие другие [6]. Важность всех вышеперечисленных микроэлементов и витаминов для здоровья человека очень велика.

Многочисленные исследования показали, что антиоксиданты, которые содержатся в яблоках, защищают человека от рака, старения, сердечно-сосудистых заболеваний. В процессе хранения антиоксиданты, находящиеся в яблоках, практически не меняются и не теряют своего положительного воздействия на человеческий организм.

В настоящее время большое внимание уделяется хранению яблок, поскольку этот фрукт востребован круглый год. В связи с этим, при хранении яблок необходимо соблюдать и учитывать различные показатели, и, опираясь на это, подобрать ту технологию хранения, которая будет уместна в том или ином случае. Известно, что яблоки относятся ко второй группе лежкости, из чего следует, что им свойственен период послеуборочного дозревания и чем он продолжительнее (характерно для зимних сортов), тем дольше возможно сохранение качественной продукции, практически до нового урожая. Период послеуборочного дозревания зависит от того в какой степени зрелости произведен съем плода с дерева: для летних сортов – потребительская; зимних – техническая, чем и объясняется различное время хранения этих сортов.

Результаты и обсуждение. Во время хранения происходят изменения, приводящие к приобретению у плодов характерных для того или иного сорта, органолептических свойств, а именно, меняется внешний вид яблока (появляется определенная окраска); вкус (кислые сорта могут стать кисло-сладкими либо сладкими за счет изменения сахарокислотного индекса); меняется консистенция плодов (они становятся более рыхлыми за счет перехода пектиновых веществ из нерастворимой формы в растворимую) и т.д. Другим важным показателем, влияющим на хранение яблок является механические повреждения, которые могут возникнуть при некорректном съеме плодов с дерева, приводящего к повреждению плодоножки, что способствует образованию очага для проникновения заболеваний при хранении.

Правильная технология хранения заключается в подборе температурных, влажностных и газовых режимов. Так как сорта яблок делятся на холодостойкие и теплолюбивые их хранят при разной температуре, но для основной массы сортов от 0°C до -1°C. Относительная влажность воздуха в обычной атмосфере для яблок поддерживается на уровне 90–95%. Температурные и влажностные режимы при хранении яблок в измененной (регулируемой) газовой среде (РГС), которая стала прорывом в области хранения плодоовощной продукции, имеют незначительные отличия от обычной атмосферы. А именно, в условиях РГС температура поддерживается на уровне 2...3 °C или 1...+2 °C, относительная влажность воздуха чуть снижена – 90–92%. Важное значение оказывает соотношение газов в камере, регулируемое скрубберами. Допустимо max CO₂ до 8 %, min O₂=2%. При несоблюдении данных параметров ткани плодов могут повредиться, либо увеличиться процесс анаэробнозиса. Чувствительность плодов к воздействию CO₂ повышается при снижении температуры и увеличением относительной влажности воздуха. Из-за разных требований к режимам хранения рекомендовано в одной камере хранить лишь один помологический сорт.

Грибы, вызывающие гниение при хранении. Известно, что грибы, известные как складские гнили, регулярно поражают яблоки как в саду, так и при хранении в холодильнике. Симптомы сначала проявляются в виде поражений на эпидермисе плода и затем могут вызвать гниение всего плода. Некоторые из наиболее важных гнилей, появляющихся при хранении яблок, относятся к двум биотрофным или гембиотрофным родам. Они также известны как латентные или покоящиеся патогены – это *Neofabraea* (*N. vagabunda*, *N. kienholzii*, *N. malicorticis* и *N. perennans*) и *Colletotrichum* (наиболее известными из которых являются *C. acutatum* и *C. gloeosporioides*), в то время как другие важные виды включают в основном некротрофные или "раневые патогены" - *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea*, *Monilinia fructigena* и *M. laxa* [7-10]. Кроме того, многочисленные грибы, которые могут поражать цветки яблони и вызывать обширные некротические участки на плодах, известны как вершинная гниль цветка или вершинная гниль чашечки [11]. Относительная значимость этих и других грибов, например, *Alternaria spp.*, *Botryosphaeria obtusa*, *Cadophora luteo-olivacea*, *Fusarium spp.*, *Mucor pyriformis*, *Neonectria ditissima* и *Phacidiopycnis washingtonensis*, сильно различается и зависит от географического района.

Наиболее распространенным заболеванием является гниль, вызванная *Neofabraea spp.* Эти грибы поражают плоды во время фазы роста в садах - от опадения лепестков до сбора урожая, при этом восприимчивость постепенно увеличивается в процессе созревания [12]. Споры остаются в состоянии покоя и начинают расти только тогда, когда плоды достигают определенной стадии зрелости, вероятно, из-за физиологических изменений, связанных со снижением содержания в плодах противогрибковых соединений [13]. Прорастающие конидии образуют гифы, которые проникают в эпидермис плода преимущественно как через открытые чечевички, так и через чашечку стебля или микротрещины на поверхности [14].

Гниль, вызываемая *Colletotrichum spp.* имеет аналогичный способ заражения [15]. Симптомы поражения грибов обычно не проявляются до тех пор, пока плоды не подержат в холодильнике в течение нескольких недель, а затем несколько дней при комнатной температуре. Виды *Neofabraea*, вызывающие гниль при хранении, также могут вызывать многолетние язвы (антракноз) на яблонях, обеспечивая тем самым круглогодичную выживаемость возбудителя в саду [16], а виды *Colletotrichum* ответственны за широкое распространение пятнистости листьев [17, 18].

На сегодняшний день наиболее хорошо изученной является гниль, вызванная *Penicillium expansum* (голубая плесень), которая наносит серьезный ущерб урожаю

яблони во всем мире. Этот гриб также продуцирует микотоксин патулин, который очень вреден для здоровья человека и встречается в яблочном соке [19, 20]. Инфекции, вызванные *P. expansum*, а также некоторыми другими складскими гнилями, такими как *Botrytis cinerea* (серая гниль) и *Monilia fructigena* (бурая гниль), в основном опосредованы ранами. Гифы проникают через раны, например, нанесенные птицами и насекомыми или при невнимательном обращении с фруктами при сборе, хранении и транспортировке, но заражение может также происходить и через открытую чашечку цветка [8]. Симптомы иногда видны уже в садах, но развиваются в основном при хранении.

Для некротрофной гнили хранения, вызываемой *P. expansum*, такой как синяя плесень, основными точками проникновения являются раны, нанесенные животными или людьми на плодах. Таким образом, инокуляция ран грибковыми спорами может дать соответствующие оценки устойчивости сорта. Было высказано предположение, что *P. expansum* противодействует защитным механизмам плодов, манипулируя эндогенным биосинтезом этилена. Этот гриб также снижает pH ткани хозяина и выделяет литические ферменты, которые способствуют разрушению клеточных стенок. Следовательно, позднеспелые сорта яблок, которые часто характеризуются более низким уровнем этилена и более высокой твердостью плодов, по-видимому, более устойчивы к синей плесени, чем раннеспелые сорта. Взаимосвязь между разложением повреждений и химическим составом плодов указывает на то, что исходное содержание фенольных веществ влияют на уровень устойчивости. Гораздо меньше информации есть о других некротрофах, таких как *Botrytis* и *Monilia*, но устойчивость к этим грибам, скорее всего, аналогичным образом связана с поведением при созревании плодов.

Биотрофные гнили, вызванные *Colletotrichum* и *Neofabraea*, попадают в основном через открытые цветочные чашечки и/или через чечевички и микротрещины в развивающихся плодах. Таким образом, раневые прививки измеряют только одну часть наследуемой резистентности этих грибов. Из-за небольшого количества углубленных исследований в данном направлении влияние процессов, связанных с этиленом, на устойчивость к биотрофной накопительной гнили пока не может быть установлено.

Заключение. Несмотря на то, что грибковые гнили уничтожают большое количество урожая яблок во всем мире при хранении применение фунгицидов в настоящее время строго ограничено во многих странах и производственных системах, и поэтому эти проблемы, вероятно, усугубятся. В связи с этим данные вопросы требуют дальнейшего изучения.

Благодарности. Работа выполнена в рамках научно-технической программы НТП «Разработка технологии по обеспечению сохранности качества с/х сырья и продуктов переработки в целях снижения потерь при различных способах хранения» на 2021-2023 годы ИРН BR10765062 «Разработка технологий хранения плодов и винограда сортов отечественной селекции с целью получения органической продукции».

Литература:

1. Shuqing Zhang, Chingyuan Hu, Yurong Guo, Xiaoyu Wang, Yonghong Meng, Polyphenols in fermented apple juice: Beneficial effects on human health, *Journal of Functional Foods*, Volume 76, 2021, 104294, <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104294>.
2. Dianne A. Hyson, A Comprehensive Review of Apples and Apple Components and Their Relationship to Human Health, *Advances in Nutrition*, Volume 2, Issue 5, 2011, Pages 408-420, <https://doi.org/10.3945/an.111.000513>.
3. Poonam Jaglan, Harpal S. Buttar, O.A. Al-bawareed, Sergey Chibisov, Chapter 24 - Potential health benefits of selected fruits: apples, blueberries, grapes, guavas, mangos, pomegranates, and tomatoes, Editor(s): Ram B. Singh, Shaw Watanabe, Adrian A. Isaza,

4. Functional Foods and Nutraceuticals in Metabolic and Non-Communicable Diseases, Academic Press, 2022, Pages 359-370, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819815-5.00026-4>.
5. Tânia C.S.P. Pires, Maria Inês Dias, Lillian Barros, Maria José Alves, M. Beatriz P.P. Oliveira, Celestino Santos-Buelga, Isabel C.F.R. Ferreira, Antioxidant and antimicrobial properties of dried Portuguese apple variety (*Malus domestica* Borkh. cv Bravo de Esmolfe), *Food Chemistry*, Volume 240, 2018, Pages 701-706, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.08.010>.
6. Viktor Gjamovski, Julijana Cvetkovic, Trajce Stafilov, Katerina Bačeva Andonovska Influence of rootstocks on mineral composition of apple cultivar granny smith, 2017 *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 23 (No 4) 2017, 560–566.
7. Grantina-Ievina, L. Fungi causing storage rot of apple fruit in integrated pest management system and their sensitivity to fungicides. *Rural Sustain. Res.* 2015, 34, 2–11.
8. Spotts, R.A.; Seifert, K.A.; Wallis, K.M.; Sugar, D.; Xiao, C.L.; Serdani, M.; Henriquez, J.L. Description of *Cryptosporiopsis kienholzii* and species profiles of *Neofabraea* in major pome fruit growing districts in the Pacific Northwest USA. *Mycol. Res.* 2009, 113, 1301–1311.
9. Sutton, T.B.; Aldwinckle, H.S.; Agnello, A.M.; Walgenbach, J.F. (Eds.) Bitter rot. In *Compendium of Apple and Pear Diseases and Pests*, 2nd ed.; The American Phytopathological Society: St. Paul, MN, USA, 2014; pp. 20–21.
10. Tahir, I. What spoils Swedish apples during storage? *Acta Hortic.* 2019, 1256, 463–468. [
11. Weber, R.W.S.; Dralle, N. Fungi associated with blossom-end rot of apples in Germany. *Eur. J. Hortic. Sci.* 2013, 78, 97–105.
12. Spotts, R.A.; Cervantes, L.A.; Mielke, E.A. Variability in postharvest decay among apple cultivars. *Plant Dis.* 1999, 83, 1051–1054.
13. Cameldi, I.; Neri, F.; Menghini, M.; Pirondi, A.; Nanni, I.; Collina, M.; Mari, M. Characterization of *Neofabraea vagabunda* isolates causing apple bull's eye rot in Italy (Emilia-Romagna region). *Plant Pathol.* 2017, 51, 155–176
14. Guan, Y.; Chang, R.; Liu, G.; Wang, Y.; Wu, T.; Han, Z.; Zhang, X. Role of lenticels and microcracks on susceptibility of apple fruit to *Botryosphaeria dothidea*. *Eur. J. Plant Pathol.* 2015, 143, 317–330.
15. Everett, K.R.; Pushparajah, I.P.S.; Timudo, O.E.; Chee, A.A.; Scheper, R.W.A.; Shaw, P.W.; Spiers, T.M.; Taylor, J.T.; Wallis, D.R.; Wood, P.N. Infection criteria, inoculum sources and splash dispersal pattern of *Colletotrichum acutatum* causing bitter rot of apple in New Zealand. *Eur. J. Plant Pathol.* 2018, 152, 367–383.
16. Aguilar, C.G.; Mazzola, M.; Xiao, C.-L. Timing of apple fruit infection by *Neofabraea perennans* and *Neofabraea kienholzii* in relation to bull's-eye rot development in stored apple fruit. *Plant Dis.* 2017, 101, 800–806.
17. Liu, Y.; Lan, J.; Li, Q.; Zhang, Y.; Wang, C.; Dai, H. Rapid location of *Glomerella* leaf spot resistance gene locus in apple by whole genome re-sequencing. *Mol. Breed.* 2017, 37, 96.
18. Liu, Y.; Lan, J.; Wang, C.; Li, B.; Zhu, J.; Liu, C.; Dai, H. Investigation and genetic mapping of a *Glomerella* leaf spot resistance locus in apple. *Plant Breed.* 2017, 136, 119–125.
19. Coton, M.; Bregier, T.; Poirier, E.; Debaets, S.; Arnich, N.; Coton, E.; Dantigny, P. Production and migration of patulin in *Penicillium expansum* molded apples during cold and ambient storage. *Int. J. Food Microbiol.* 2020, 313, 108377.]
20. Zhong, L.; Carere, J.; Lu, Z.; Lu, F.; Zhou, T. Patulin in apples and apple-based food products: The burdens and the mitigation strategies. *Toxins* 2018, 10, 475.