

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И СОДЕРЖАНИЕ ВИТАМИНА С В ЯГОДАХ МАЛИНЫ

И.Ж. ТЕМИРОВА , Г.Х. ОСПАНКУЛОВА* 

(НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина»,
Казахстан, 010000, г. Астана, проспект Женис 62)

Электронная почта автора корреспондента e-mail: bulashevag@mail.ru*

В связи с растущим спросом на функциональное питание, ягоды малины представляют значительный интерес, так как являются источниками питательных веществ и различных биологически активных соединений с высокой антиоксидантной активностью. Однако свежие ягоды несут сезонный характер и являются скоропортящимися из-за высокого содержания воды, что влияет на их постоянную доступность. Сушка – один из старейших способов, используемых для удаления воды и обеспечения стабильности пищевых продуктов при хранении. В настоящее время сублимационная сушка один из передовых способов обработки для увеличения срока годности ягод, сохранения витаминов и желаемых органолептических свойств. Целью настоящей работы являлось определение органолептических показателей и содержания витамина С в сублимированных ягодах малины в зависимости от параметров сушки. Установлено, при сублимационной сушке ягод малины наилучшие органолептические показатели и максимальное сохранение витамина С наблюдается при температуре полка 35 °С и продолжительности 18 часов. Увеличение параметров процесса сушки (времени и температуры) приводит к ухудшению органолептических показателей и снижению витамина С в сублимированных ягодах.

Ключевые слова: ягоды, сушка, сублимация, витамины, качество, органолептические показатели.

ТАҢҚУРАЙ ЖИДЕКТЕРІНІҢ ОРГАНОЛЕПТИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ ЖӘНЕ С ВИТАМИНІНІҢ ҚУРАМЫНА МҰЗДАТЫП КЕПТІРУДІҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

И.Ж. ТЕМИРОВА, Г.Х. ОСПАНКУЛОВА*

(«С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті»,
Қазақстан, Астана қ., 010000, Женис 62)

Автор-коореспонденттің электрондық поштасы e-mail: bulashevag@mail.ru*

Функционалды тамақтануға сұраныстың артуына байланысты таңқурай үлкен қызығушылық тудырады, өйткені олар қоректік заттардың және жоғары антиоксиданттық белсенділігі бар әртүрлі биологиялық белсенді қосылыстардың көзі болып табылады. Дегенмен, жаңа піскен жидектер судың жоғары болуына байланысты маусымдық және тез бұзылады, бұл олардың тұрақты болуына әсер етеді. Кептіру суды кетіру және сақтау кезінде тағамның тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін қолданылатын ең көне әдістердің бірі болып табылады. Қазіргі уақытта мұздатып кептіру жидектердің сақтау мерзімін ұзарту, витаминдер мен қажетті органолептикалық қасиеттерді сақтау үшін алдыңғы қатарлы өңдеу әдістерінің бірі болып табылады. Бұл жұмыстың мақсаты кептіру параметрлеріне байланысты сублимацияланған таңқурайдағы С витаминінің органолептикалық көрсеткіштерін және құрамын анықтау болды. Зерттеу нәтижесінде сәре температурасы 35 °С және мұздату кезінде кептіру ұзақтығы 18 сағатта таңқурай үлгілерінде ең жақсы органолептикалық көрсеткіштер және С витаминінің максималды сақталуы байқалатыны анықталды. Кептіру процесінің параметрлері органолептикалық көрсеткіштердің нашарлауына және мұздатылып кептірілген жидектерде С витаминінің төмендеуіне әкеледі.

Негізгі сөздер: жидектер, кептіру, сублимация, витаминдер, сапа, органолептикалық көрсеткіштер.

DETERMINATION OF ORGANOLEPTIC INDICATORS AND VITAMIN C CONTENT IN FROZEN RASPBERRY

I.ZH. TEMIROVA, G.KH. OSPANKULOVA*

(«S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University» Kazakhstan, 010000, Astana, Zhenis avenue, 62)

Corresponding author e-mail: bulashevag@mail.ru*

Due to the growing demand for functional nutrition, raspberries are of considerable interest, as they are sources of nutrients and various biologically active compounds which has high antioxidant activity. Yet, fresh berries are seasonal and perishable due to the high water content, which affects their constant availability. One of the oldest methods drying is used to remove water and ensure the stability of food during storage. Currently, one of the most advanced processing method used to expand the shelf life of berries, preserve vitamins and desired organoleptic properties is freeze-drying. The purpose of this work was to determine the organoleptic parameters and vitamin C content in freeze-dried raspberries, with respect to drying parameters. It was found that during freeze-drying of raspberries, the best organoleptic indicators and maximum preservation of vitamin C are observed at a shelf temperature of 35 °C and a duration of 18 hours. An increase in the parameters of the drying process (time and temperature) leads to a deterioration of organoleptic parameters and a decrease in vitamin C in freeze-dried berries.

Key words: berries, drying, sublimation, vitamins, quality, organoleptic characteristics.

Введение

Ягоды малины вызывают значительный интерес, благодаря их ароматному вкусу и содержанию питательных веществ [1]. Кроме того, они являются богатым источником биологически активных соединений, в том числе витамина С, который обладает мощными антиоксидантными свойствами и нейтрализует негативные последствия окислительного стресса в организме, следовательно, предотвращает развитие различных заболеваний [2].

На содержание витамина С в плодах влияют многочисленные факторы: генетическая изменчивость, спелость, климат, способы возделывания и сбора урожая. Так, согласно источникам научной литературы, содержание витамина С в свежей малине может находиться в диапазоне 10 - 40 мг/100 г сырой массы [3,4]. Процессы переработки ягод и фруктов и их условия хранения вызывают постепенное снижение содержания витамина С [5].

Ягоды носят сезонный характер и короткий срок хранения из-за высокого содержания воды, что влияет на их постоянную доступность. Так известно, что ягоды малины имеют содержание влаги около 84%, а также склонность к потемнению [6], поэтому для сохранения и увеличения срока хранения ягод необходима послеуборочная обработка плодов [7].

Сушка как способ консервирования пищевых продуктов приводит к испарению воды из высушенного продукта, что снижает его доступность для микроорганизмов. Снижение активности воды ограничивает рост нежела-

тельных микроорганизмов и защищает от неблагоприятных химических реакций, а также ферментативных и неферментативных превращений [8,9]. Кроме того, во время сушки продукт уменьшается в объеме и весе, что значительно снижает затраты на упаковку и облегчает транспортировку [10].

В настоящее время сублимационная сушка – один из передовых способов обезвоживания. Продукт замораживают для того, чтобы подвергнуть его воздействию вакуумного давления с последующей сублимацией и десорбцией воды [11]. Способ сублимационной сушки, несмотря на высокие энергозатраты, признан одним из самых щадящих способов обезвоживания, максимально сохраняющий биологически активные соединения и витамины [12-14].

Сублимационная сушка позволяет производить качественные продукты из ягод, фруктов и овощей по сравнению с другими процессами сушки. Стоит отметить, что сублимированные ягоды с длительным сроком хранения используются в диетическом питании, а также применяются в различных отраслях пищевой промышленности [15].

Таким образом, сублимационная сушка является оптимальной технологией и изучение влияния параметров процесса (времени и температуры) сублимационной сушки на органолептические показатели и содержание витамина С в сублимированных ягодах малины является весьма актуальным.

Материалы и методы исследований

Объектом исследований были ягоды малины сорта «Малиновая грядка», приобретенные в Алматинской области, поселке Есик, ИП «SAO» (Казахстан).

Вакуумную сублимационную сушку ягод осуществляли в сублиматоре СБ 2 (Россия). Эксперименты проводились при температуре десублиматора -40 °С, ягоды замораживали методом шоковой заморозки, температура предварительного замораживания ягод внутри продукта составляла -20 °С, выбранная на основе литературного анализа.

Изучаемые образцы ягод малины сублимировали при температуре полка 35-50 °С и продолжительности сушки 18-22 часов.

Органолептический анализ проведен согласно ГОСТ ISO 13299-2015 Органолептический анализ. Методология. Общее руководство по составлению органолептического профиля. Organoleptic analysis. Methodology. General guidance for establishing an organoleptic profile, ГОСТ 32896-2014 Фрукты сушеные. Общие технические условия;

Определение содержания витамина С проводили с применением системы анализа ВЭЖХ UltiMate® 3000 (Dionex, Саннивейл,

Калифорния, США) с детектором с диодной матрицей (DAD). Количественное определение содержания витамина С проводилось с использованием калибровочных кривых с аскорбиновой кислотой в качестве стандартов.

Результаты и их обсуждения

Одним из важных показателей, обуславливающих качество сублимированных ягод, является органолептическая оценка, которая зависит от способов и параметров сушки. Органолептические показатели оказывают большое влияние на рыночный спрос и выбор сублимированных продуктов. Из параметров сушки наиболее важными являются температурный режим [16] и продолжительность сушки [17].

Ранее проведенные предварительные исследования температурного режима установили, что 14 -16 часовая сублимационная сушка не является достаточным для высушивания ягод малины и не приводит к получению сублимированных ягод с необходимыми органолептическими свойствами, в связи с этим нами не были выбраны данные температурные режимы. Результаты исследований по влиянию различных параметров сушки на органолептические показатели сублимированных ягод приведены в таблице 1 и рисунке 1.

Таблица 1 - Органолептические показатели сублимированных ягод малины

Время сушки, ч	Температура полка, °С	Внешний вид	Цвет	Вкус и запах
18	35	Высушена	Красный, свойственный малине	Свойственный ягодам данного вида, без постороннего запаха и вкуса. Немного горчит Горчит
	40	Слегка пересушена		
	45	Слегка пересушена		
	50	Пересушена		
20	35	Слегка пересушена	Красный, свойственный малине	Свойственный ягодам данного вида, без постороннего запаха и вкуса. Присутствует незначительный привкус горечи Привкус горечи
	40	Пересушена, крошиться	Красный, свойственный малине	
	45	Пересушена	Темно-красный	
	50			
22	35	Пересушена	Темно-красный	Имеет неприятный вкус горечи
	40			
	45			
	50			

Установлено, что наилучшими органолептическими показателями обладали образцы ягод малины, сублимированные при температуре полка 35 °С в течение 18 ч, тогда как при увеличении температуры и продолжительности процесса сублимации наблюдается ухудшение органолептических показателей, таких

как крошковатость и присутствие неприятного горького вкуса, что согласуется с исследованиями, проведенными ранее [18,19], где установлено, что продукт в основном разрушается, то есть теряет структуру, уменьшает размер пор и дает усадку при более высокой температуре и продолжительности процесса.

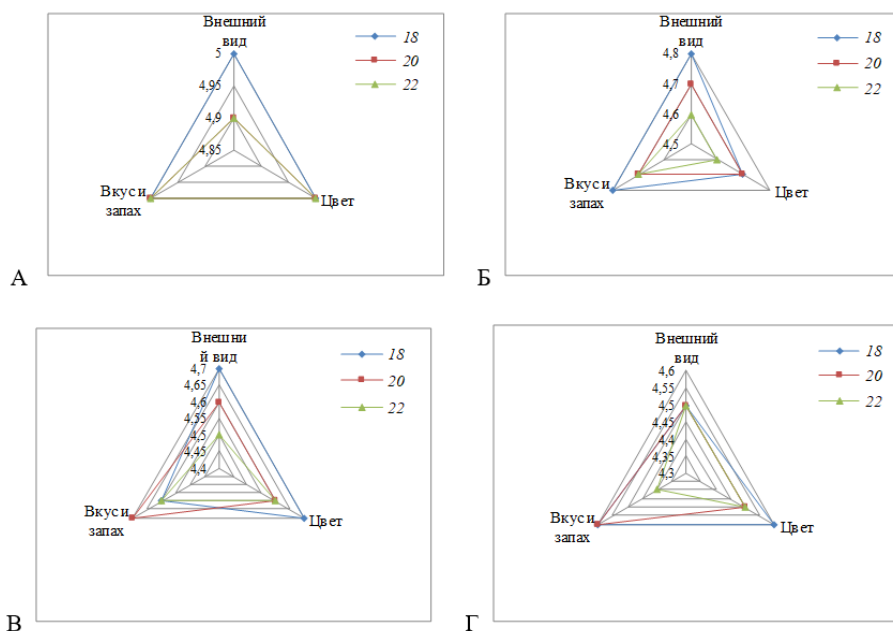


Рисунок 1 - Сенсорная оценка ягод малины, сублимированных при температуре полок А-35°С, Б-40°С, В-45°С, Г-50°С и продолжительности сублимации 18, 20, 22 часов

Таким образом, проведенные исследования показали, что увеличение температуры полок и времени сублимационной сушки снижают органолептические показатели ягод.

Витамин С важен не только для питания человека, но также является показателем качества пищевых процессов. Среди переменных окружающей среды, влияющих на деградацию

витамина С, наиболее важными параметрами являются температура и время [20].

Изучено влияние различного времени сублимирования и различной температуры полок сублимационной сушки на содержание витамина С в ягодах малины (таб 2).

Таблица 2 - Определение витамина С в сублимированных ягодах малины (с перерасчетом на сухое вещество), мг/100г

Наименование	Время сублимации, ч	Температура полки при сублимации, °С			
		35	40	45	50
Малина	Свежая	25±0,001			
	18	21,30±0,0002	20,87±0,0003	20,65±0,0003	20,35±0,0011
	20	21,09±0,0040	20,76±0,0060	20,43±0,0020	20,21±0,0030
	22	21,07±0,0070	20,70±0,0015	20,40±0,0005	20,03±0,0002

Количество витамина С в свежих образцах ягод малины перед сушкой составило 25 мг/100 г, что соответствует литературным данным, указанным Vobinaite et al.

В результате сублимационной сушки установлено, что, в целом подогрев снижает содержание витамина С. Так, наименьшее снижение витамина С в ягодах малины порядка 15 % наблюдается при температуре полок 35°С и продолжительности сублимации 18 часов, в то время как с увеличением температуры полок и времени сублимации отмечается склонное снижение содержания витамина С в ягодах. К примеру, самое большее снижение витамина С на 20 % наблюдается при темпера-

туре полок 50 °С, длительности сублимации 22 часа, что согласуется с результатами других исследователей [21,22].

Таким образом, установлено, что наименьшее снижение содержания витамина С после сублимационной сушки 35 °С, длительности 18 часов составляет 15 %, в то время как увеличение температурного режима более 40 °С и времени сублимирования более 20 часов не рекомендуется, так как далее идет значительное снижение содержания витамина С.

Заключение, выводы

В настоящей работе изучалось определение органолептических показателей и содержания витамина С в сублимированных яго-

дах малины в зависимости от параметров сушки. В результате исследований установлено, что при температуре полка 35 °С и продолжительности сублимационной сушки 18 часов наблюдаются наилучшие органолептические показатели в образцах ягод малины. Содержание витамина С после сублимационной сушки при 35 °С, длительности 18 часов снижается на 15% %. Увеличение температурного режима более 40 °С и времени сублимирования более 20 часов не рекомендуется, так далее идет склонное снижение содержания витамина С и ухудшение органолептических показателей ягод малины.

Таким образом, на основании данных органолептической оценки и исследований витамина С, установлено, что оптимальными параметрами сублимационной сушки является температура полка 35 °С и длительность процесса сублимации 18 часов.

Информация о финансировании

Данное исследование профинансировано Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан ИРН: BR10765062 «Разработка технологии по обеспечению сохранности качества с/х сырья и продуктов переработки в целях снижения потерь при различных способах хранения».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Rodríguez, L.M., 2007. Drying of strawberries and raspberries applying osmotic treatment with pulse vacuum and microwave drying, Chem. Eng. Thesis, University of Concepción (Chile).
- Summen, M. A., & Erge, H. S. (2014). Thermal degradation kinetics of bioactive compounds and visual color in raspberry pulp. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(1), 551-557.
- Fu, Y., Zhou, X., Chen, S., Sun, Y., Shen, Y., & Ye, X. (2015). Chemical composition and antioxidant activity of Chinese wild raspberry (*Rubus hirsutus* Thunb.). *LWT-Food Science and Technology*, 60(2), 1262-1268.
- Bobinaitė R., Viškelis P., Venskutonis P.R. Variation of total phenolics, anthocyanins, ellagic acid and radical scavenging capacity in various raspberry (*Rubus* spp.) cultivars. *Food Chem.* 2012;132:1495–1501. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.11.137. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Skupień K., Evaluation of chemical composition of fresh and frozen blueberry fruit (*Vaccinium Corymbosum* L.). *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus* 5(1), 19–25 (2006)
- Gómez Riera, P., Bruzone, I., Kirschbaum, D.S., 2014. Prospective view of berries until 2030 – 1st ed. Buenos Aires: Science, Technology and Innovation Ministry. E-Book. ISBN 978-987-1632-38-1.
- Silva E.K., Meireles M.A., Saldaña M.A. Supercritical carbon dioxide technology: a promising technique for the non-thermal processing of fresh fruit and vegetable juices *Trends Food Sci. Technol.* (2020)
- Ansar and Azis, 2020 Nazaruddin Ansar, A.D. Azis Caking mechanisms of passion fruit powder during storage *Int. J. Innovat. Creativ. Change*, 13 (2) (2020), PP. 618-628
- E.J. Basse, J.H. Cheng, D.W. Sun Novel nonthermal and thermal pretreatments for enhancing drying performance and improving quality of fruits and vegetables *Trends in Food Science and Technology*, 112 (2021), PP.137-148, 10.1016/j.tifs.2021.03.045
- Calín-Sánchez, Á., Lipan, L., Cano-Lamadrid, M., Kharaghani, A., Masztalerz, K., Carbonell-Barrachina, Á. A., & Figiel, A. (2020). Comparison of traditional and novel drying techniques and its effect on quality of fruits, vegetables and aromatic herbs. *Foods*, 9(9), 1261.
- Issis, Q. F., Antonio, V. G., Elsa, U., Valeria, V., & Nicole, C. (2019). Vacuum drying application to maqui (*Aristotelia chilensis* [Mol] Stuntz) berry: Weibull distribution for process modelling and quality parameters. *Journal of food science and technology*, 56, 1899-1908.
- Jiang et al., 2017 N. Jiang, C. Liu, D. Li, Z. Zhang, C. Liu, D. Wang, L. Niu, M. Zhang Evaluation of freeze-drying combined with microwave vacuum drying for functional okra snacks: antioxidant properties, sensory quality, and energy consumption *LWT-Food Sci. Technol.*, 82 (2017), PP. 216-226.
- Shaozhi et al., 2017 Z. Shaozhi, L. Jieli, C. Guangming, W. Qin Thermodynamic analysis of a freeze-dryer utilizing the hygroscopic solution Dry. Technol. (2017) Obeidat et al., 2017.
- W.M. Obeidat, E. Sahni, W. Kessler, M. Pikal Development of a mini-freeze dryer for material-sparing laboratory processing with representative product temperature history *AAPS PharmSciTech*, 19 (12) (2017), PP. 599-609
- Dariusz Piotrowski, Eliza Kostyra, Piotr Grzegory, Emilia Janiszewska-Turak, Influence of drying methods on the structure, mechanical and sensory properties of strawberries, *European Food Research and Technology*, 10.1007/s00217-021-03682-5, 247, 8, (1859-1867), (2021)
- Aghilinategh, N., Rafiee, S., Hosseinpour, S., Omid, M. & Mohtasebi, S.S. (2016). Real-time color change monitoring of apple slices using image processing during intermittent microwave convective drying. *Food Science and Technology International*, 22(7), 634– 646.
- Khiari, R., Zemni, H. & Mihoubi, D. (2019). Raisin processing: physicochemical, nutritional and microbiological quality characteristics as affected by drying process. *Food Reviews International*, 35(3), 246–298.
- Sagar, V.R. & Kumar, P.S. (2010). Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 47(1), 15-26.

19. Shishegarha F, Mackhlouf J, Ratti C (2002) Freeze drying characteristics of strawberries. *Drying Technol* 20:131-145

20. Noratto, G. D., Chew, B. P., & Atienza, L. M. (2017). Red raspberry (*Rubus idaeus* L.) intake decreases oxidative stress in obese diabetic (db/db) mice. *Food chemistry*, 227, 305-314.

21. Jin, W., Mujumdar, A. S., Zhang, M., & Shi, W. (2018). Novel drying techniques for spices and herbs: A review. *Food Engineering Reviews*, 10, 34-45.

22. Hasan, M. U., Malik, A. U., Ali, S., Imtiaz, A., Munir, A., Amjad, W., & Anwar, R. (2019). Modern drying techniques in fruits and vegetables to overcome postharvest losses: A review. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(12), e14280.