

## **ОСМОТИЧНЕ ЗБЕЗВОДНЕННЯ ЯК СПОСІБ КОНЦЕНТРУВАННЯ ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ ФРУКТОВИХ КОНЦЕНТРОВАНИХ КОНСЕРВІВ**

*Розглянуто процес осмотичного збезводнення, який знайшов широке використання як спосіб концентрування плодів безфазового перетворення вологи. Надто збезводнені продукти втрачають багато зв'язаної вологи, що викликає незворотні зміни в структурі сировини і впливає на консистенцію продукту. Одним із шляхів зменшення термічної дії на сировину під час уварювання є заміна попереднього видалення вологи шляхом осмотичного збезводнення, наприклад для яблук.*

*Рассматривается процесс осмотического обезвоживания, который нашёл широкое использование как способ концентрирования плодов безфазового превращения влаги. Чрезмерно обезвоженные продукты теряют много связанной влаги, что вызывает необратимые изменения в структуре сырья и влияет на консистенцию продукта. Уменьшить термическое воздействия на сырьё, при уваривании возможно путём замены его на предварительное осмотическое обезвоживание, например для яблок.*

*This article is dedicated to a process of osmotic dehydration, which is widely used as a method of concentration of fruits without transformation of moisture forms. But too dehydrated products loose its linked moisture, which causes irreversible changes in a structure of raw material, and has influence on consistency of product. One of decisions how to decrease thermal influence at raw material while boiling down is a replacement of previous withdrawal of moisture to osmotic dehydration, e.g. for apples.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Одним із способів безфазового перетворення вологи з плодів, дослідженим вченими та апробованим у промисловості, є метод попереднього осмотичного збезводнення (ОЗ).

Процес ОЗ знайшов широке застосування як спосіб отримання осмотично збезводнених плодів, безфазового перетворення вологи. Отримання надто збезводнених продуктів призводить до втрати ними зв'язаної вологи, що в окремих випадках викликає незворотні зміни в структурі сировини та певною мірою впливає на консистенцію продукту [1; 2].

Осмотичне збезводнення – це технологічний процес, обумовлений наявністю напівпроникних мембран, при якому проходить вирівнювання концентрації. Осмос має місце під час

занурення плодів у концентровані розчини осмотично діючих речовин (ОДР). У такій системі протікають два протилежні процеси: із продукту в розчин дифундує вода, а з розчину в продукт – розчинена речовина. У літературі [3] відмічається, що природа цих протилежно направлених процесів є дуже складною та відсутні відповідні дані, пов'язані з їх протіканням.

В окремих роботах аналізуються тільки процеси проникнення розчиненої речовини за певних умов, але недослідженими залишаються процеси масообміну, які є важливими у виробництві [3; 4].

Під час осмотичного збезводнення нарізаних шматочками плодів у концентрованих розчинах ОДР протікають масообмінні процеси, тому, вивчивши їх досконало, можна розробити відповідні параметри даного процесу.

У регламентованих нормативних документах (НД) на виробництво концентрованих фруктових консервів (варення) – основним технологічним процесом є уварювання, під час якого волога видаляється з сировини шляхом випаровування, змінюючи свій агрегатний стан, при цьому відбуваються структурні зміни в сировині, її хімічному складі, і як наслідок – погіршується якість готового продукту.

У зв'язку з цим, слід шукати шляхи підвищення якості готових фруктових концентрованих консервів (варення). Одним із них є використання в технології виробництва варення технологічних процесів, які б дозволили зберегти нативні властивості сировини.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням осмотичного збезводнення присвячено багато праць вітчизняних і зарубіжних вчених: О.І. Дяченко, В.Ф. Добровольського, А. Lenart, P. Lewicki, D. Mastrocola Barbanti, Hanna Kowalska, N.M. Panagioton, V.T. Karathanos, Z.B. Maroulis, Carlo Lericci, Махмуда Бин Махмуда Абдулли, Фам Тхи Бе Нам та ін.

Процес ОЗ, при якому як ОДР використовується сухий цукор, застосовують у технології виробництва варення з суниці, полуниці, малини, вишні без кісточки [5–7].

Спосіб видалення певної кількості вологи за допомогою високих концентрацій цукру лежить в основі способів варіння варення.

Аналіз наведених даних про способи одержання продуктів з проміжною вологою (ППВ), до яких можна віднести і варення, дозволяє зробити висновок, що попереднє осмотичне збезводнення сировини є прогресивним способом видалення вологи.

Осмос – спосіб видалення вологи із сировини, який відбувається без фазових перетворень. Цим і пояснюється його перевага та можливість використання у виробництві концентрованих фруктових

консервів – варення. Як зазначалось вище, його частково використовують у виробництві варення [5–7], проте однією відмінністю є те, що волога, яка утворюється в вигляді сиропу, не відділяється від ягід, а випаровується.

У науковій літературі є багато даних про використання для ОЗ різних видів сировини та ОДР (патоки, сахарози, сухого, у тому числі інвертного, цукру), хоча дані щодо останнього виду збезводнювача надто обмежені. Для кожного конкретного випадку автори досліджень підбирали параметри процесу осмотичного збезводнення, які значно різнилися між собою. Тому, це дозволяє стверджувати, що необхідно підбирати ефективний збезводнювач і параметри процесу осмотичного збезводнення: концентрацію та температуру осмотично діючої речовини, тривалість процесу та попередню підготовку сировини.

Одним із видів осмотично діючої речовини, яка утворюється в процесі варіння та кількість якої нормується, є розчин інвертного цукру. Масова частка його на рівні 30÷40% запобігає такому виду псування, як зацукровування; а при кількості більш ніж 50% створюються умови до глюкозного зацукровування. Така масова частка інвертного цукру утворюється під час уварювання, у результаті гідролізу сахарози в присутності лимонної кислоти.

Незрозумілим тільки залишається той факт, чому розчин інвертного цукру, який має досить великий осмотичний потенціал, у технології виробництва концентрованих фруктових консервів не використовується. Це можна пояснити тим, що його властивості проявляються під час варіння варення, коли йде кислотний гідроліз.

Виходячи з вищевикладеного, можна зробити висновок про доцільність використання попереднього осмотичного збезводнення в технології виробництва варення. Ефективним це може бути для переробки яблук, оскільки ця сировина є найпоширенішою, та осмос найчастіше використовувався дослідниками саме для неї.

**Мета та завдання статті.** Вивчити процес осмотичного збезводнення (ОЗ) яблук, а як збезводнювач (ОДР) використати розчин інвертного цукру.

У даній роботі була розглянута доцільність застосування процесу осмотичного збезводнення в технології виробництва варення з метою виключення з технологічної схеми процесу уварювання.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Проаналізувати форми зв'язку вологи з матеріалом та довести доцільність використання осмотичного збезводнення для яблук.
2. Дослідити процес осмотичного збезводнення яблук у розчині інвертного цукру.
3. Провести розрахунки виходу готового продукту та кількості

випареної вологи для процесу уварювання та осмотичного збезводнення.

*Об'єктом* дослідження є процес осмотичного збезводнення яблук у розчині ОДР – інвертного цукру. *Предметом* дослідження є вивчення доцільності використання даного процесу в технології виробництва варення.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Як об'єкти для дослідження були взяті найпоширеніші районовані кисло-солодкі сорти яблук ранніх та пізніх термінів дозрівання (ГОСТ 27572-87), рекомендовані технологічними інструкціями для виробництва варення: Антонівка, Бельфлер-китайка, Кальвіль сніжний, Осіннє полосате, Розмарин білий, Ренет Шампанський та Симеренко. Плоди вибирали великі, з тонкою шкірочкою та невеликою насінневою камерою в стадії технічної зрілості.

Форми зв'язку (колоїдно-зв'язаної та осмотично-зв'язаної) вологи визначали за методикою Х.М. Починка [8].

Дослідження показали, що в яблуках багато осмотично-зв'язаної вологи, що підтверджує дані інших авторів [9]. Тому яблука будуть легко осмотично збезводнюватись.

Під час осмотичного збезводнення видаляється осмотично-зв'язана волога, яка знаходиться в клітинах у вигляді клітинного соку і утримується ними (клітинами) за рахунок осмотичного тиску напівпроникних мембран.

Результати з визначення форм зв'язків вологи (колоїдно-зв'язаної та осмотично-зв'язаної) у деяких видах фруктів подано в таблиці 1.

*Таблиця 1 – Характеристика форм зв'язку вологи в плодах*

Сировина	Форми зв'язку вологи, %		
	загальна волога	в т.ч. зв'язана	
		колоїдна	осмотична
Виноград	79,20	25,90	53,30
Слива	75,11	58,91	16,20
Груші	90,50	17,80	72,70
Вишня	84,35	15,66	68,69
Банани	77,40	59,10	18,30
Чорна смородина	78,11	32,25	45,86
Яблука	84,10	23,00	61,10

Отримані результати дозволили науково обґрунтувати вибір сировини та спосіб вилучення вологи. Для порівняння була обрана

сировина, цитоплазматичні мембрани якої стійкі до механічного пошкодження і, отже, погано віддають сік – сливи, чорна смородина. Оскільки в яблуках переважна кількість вологи знаходиться в осмотично-зв'язаній формі, це дозволило використати прийоми безфазового збезводнення в технології варення без уварювання.

Яблука після попередніх технологічних операцій (інспекції, сортування, миття) очищали від шкірочки та насінневого гнізда. Підготовлені яблука нарізали шматочками та подавали на осмотичне збезводнення.

Як ОДР використовували розчин інвертного цукру. Масова частка сухих речовин розчину ОДР знаходилась в інтервалі 30÷60%.

Наважки яблук поміщали в хімічні стакани (маса плодів 20÷120 г), заливали осмотично діючими речовинами, урахувавши вибране співвідношення  $G_{пл} / G_{сироп} - 1:2$ , з наступних міркувань: сприятливі умови для збезводнення сировини створюються тоді, коли сироп повністю вкриває плоди. Використання інших співвідношень привело б до утворення надлишкової кількості сиропу, хоча і планується його повторне використання, але кількість циклів не повинна перевищувати 5–6, бо зростає мікробіологічне обнасення сиропу [10]. Тому слід зазначити, що всі інші варіанти були зразу відкинута.

Відповідна кількість стаканів була рівною кількості замірів, що проводились. Усі стакани одночасно поміщали в термостат із заданою температурою та через певний час (20 хв), стакани по черзі виймали і проводили певні заміри. Плоди відділяли від сиропу, обсушували фільтрувальним папером, зважували та визначали зміну маси плодів, масову частку сухих речовин у плодах та розчині, вимірювали активну кислотність розчину. Розраховували відсоток зменшення маси плодів та масову частку цукру, яку увібрали плоди.

Дані зміни маси та масової частки сухих речовин у плодах і розчині інвертного цукру подано в таблиці 2.

**Таблиця 2 – Зміна маси, масової частки сухих речовин у плодах і розчині інвертного цукру**

Час збезводнення, хв	Зміна маси плодів		Втрата маси, %	Зміна сухих речовин, %	
	г	%		розчин інвертного цукру	плоди
0	40	100	0	50	13,0
20	36,4	91,0	9,0	48,0	15,0
40	33,5	79,5	20,5	46,0	18,0
60	29,4	73,5	26,5	44,0	21,0
80	25,0	62,5	37,5	44,0	28,0
100	22,0	55,0	45,0	43,0	34,5
120	20,0	50,0	50,0	43,0	36,0

Отримані результати, зазначені в таблиці 2, дозволяють зробити наступний висновок: процес осмотичного обезводнення протікає інтенсивно в розчині інвертного цукру, про що свідчить значне зменшення маси плодів у процесі обезводнення. Але оцінювати процес концентрування тільки за таким показником не можна. Необхідно здійснити комплексний аналіз та провести висновки про доцільність використання осмосу в технології виробництва варення.

Важливо враховувати той факт, що кількість вологи, яку необхідно вилучити з плодів у процесі уварювання, можна розрахувати:

1. Вихід готового продукту (варення) за технологічною інструкцією, у разі використання процесу уварювання, розраховуємо за формулою

$$B = \frac{A_1 \times C_1 + A_2 \times C_2}{C_{\text{гот.прод}}}, \quad (1)$$

де  $A_1, A_2$  – кількість сировини, що знаходиться на уварювання, г, кг, ч.;  $C_1, C_2$  – масова частка розчинних сухих речовин у відповідній сировині, %.

$$B = \frac{100 \times 14 + 150 \times 99,85}{69}.$$

$$B = 237$$

2. Кількість вологи, яку необхідно випарити, розраховуємо за формулою

$$W = (A_1 + A_2) - B, \quad (2)$$

де  $W$  – кількість випареної вологи, частин г, кг;  $A_1, A_2$  – кількість сировини, що знаходиться на уварювання, кг, ч.;  $B$  – вихід готового продукту, кг.

$$W = (100 + 150) - 237$$

$$W = 13.$$

Аналогічно проводимо розрахунок виходу готового продукту у разі використання ОЗ.

3. Вихід готового продукту у разі використання осмосу розраховуємо за формулою (1):

$$B = \frac{50 \times 36 + 50 \times 43 + 94 \times 99,85}{69}$$

$$B = 194.$$

4. Кількість вологи, яку необхідно випарити, розраховуємо за формулою (2):

$$W=194-194$$

$$W=0.$$

Із проведених розрахунків випливає наступний висновок: якщо кількість вологи, яку необхідно випарити під час використання ОЗ, дорівнює нулю, то доцільно буде відмовитись від процесу уварювання, замінивши його на осмотичне обезводнення.

**Висновки.** У результаті проведених досліджень встановлено, що, оскільки осмотичне обезводнення як спосіб видалення вологи має низку переваг над іншими способами концентрування, то його доцільно застосувати в технології виробництва концентрованих фруктових консервів – варення, замінивши процес уварювання на попереднє осмотичне обезводнення.

#### *Список літератури*

1. Heidelbaugh, N. D. In Freeze Drying and Advanced Food Technology [Text] / N. D. Heidelbaugh, M. Rarel. – ed. S.A.Goldblith, L. Rey and W.W. Rothmayer, Academic Press. – London, 1975. – P. 620.
2. Mochiruki, K. Isobe, K. and Sawada, Y. – 1971. US Patent 3,615,687.
3. Девис, Р. Пищевые продукты с промежуточной влажностью [Текст] / Девис Р., Берг Г., Паркер К.– М. : Пищевая пром-сть, 1980. – 208 с.
4. Karel, M. Mechanisms of Deterioration of Nutrient, Phase III. M.I.T. [Text] / M. Karel, J.M. Flink // Report on Contract Research Project No.9-12485 with the Manned Spacecraft Center, NASA, Cambridge, Mass, USA, 1975. – P. 374.
5. Технологія консервування плодів, овочів, м'яса і риби [Текст] / Б. Л. Флауменбаум, [та ін.] – К. : Вища школа, 1995. – 301с.
6. Сборник технологических инструкций по производству консервов [Текст]. Т.П. Консервы фруктове – М. : Консервплодоовощ, 1992. – Ч. 1. – 275 с.
7. Технология консервирования плодов, овощей, мяса и рыбы [Текст] / А. Ф. Фан-Юнг [и др]. – М. : Пищ. пром-сть, 1980. – 336 с.
8. Починок, Х. Н. Методы биохимического анализа растений [Текст] / Х. Н. Починок. – К. : Наук. думка, 1976. – 324 с.
9. Сторожук, В. М. Форми зв'язку вологи в овочах і фруктах [Текст] / В. М. Сторожук, А.В. Воронова, Т.Б. Учакіна // Тези доп. 56 наук. конф. Праці ОДАХТ. – Одеса, 1996. – С. 69.
10. Valdez-Fragoso, A. Properties of a sucrose solution reused in osmotic dehydration of apples [Text] A. Valdez-Fragoso, J. Welti-Chanes, F. Giroux. // Drying Technol.–1998. – Vol.1617.–P. 1429–1445.

Отримано 31.03.2010. ХДУХТ, Харків.

© О.С. Мельничук, Л.А. Бейко, 2010.