

УДК 664.8:658.562.5

## ДОСЛІДЖЕННЯ МАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА ЦУКАТІВ З ДИКОРОСЛОЇ СИРОВИНИ

Дейниченко Г.В., д.т.н.,

Афукова Н.О., к.т.н.,

Шабельська І.І., студентка \*

*Харківський державний університет харчування та торгівлі*

Тел. (057) 336-89-79

**Анотація** – наведено результати досліджень масообмінних процесів під час виробництва цукатів з дикорослої сировини. Встановлено, що раціональні режими проведення цих процесів дозволяють підвищити якість готових виробів, збільшити їх вихід, а також інтенсифікувати процес виробництва цукатів.

**Ключові слова** – масообмінний процес, інтенсифікація, екстракція, варення, цукати, дикорослі плоди, маринад.

*Постановка проблеми.* На сьогодні якість продукції стає значущим чинником успіху підприємства, гарантує високий рівень продажу та розширення сфери впливу на ринку. В Україні на даний час підвищився попит на продукти з плодово-ягідної сировини, які містять значну кількість біологічно активних речовин (БАР). У той же час потреба у вітчизняних консервованих продуктах на плодово-ягідній основі задовольняється не більше ніж на 20% [1].

Для України дикорослі плоди та ягоди є перспективною сировиною у зв'язку з тим, що вони збагачені біологічно активними речовинами, мають відносно високе пристосування до місцевих умов, імунітет до багатьох захворювань, тому дають найбільш стабільні врожаї у порівнянні з культурними рослинами. Однак, незважаючи на всі позитивні характеристики дикорослих плодів ті ягід, їх переробка не є масовим виробництвом [2].

Тому важливою задачею є використання дикорослих плодів і ягід, які є важливим природним ресурсом для розширення асортименту харчових виробів із плодів і ягід.

Слід відзначити, що використання дикорослої сировини особливо сприятливе для виробництва цукатів. Асортимент цукатів на ринку України обмежений і наданий, в основному, плодово-ягідними цукатами закордонних виробників. Ці цукати мають невисоку харчову цінність, недоступні широкому колу споживачів внаслідок високої вартості.

---

© Дейниченко Г.В., д.т.н., Афукова Н.О., к.т.н., Шабельська І.І., студентка

\* Науковий керівник – Дейниченко Г.В., д.т.н.

*Аналіз останніх досліджень.* Традиційна технологія приготування цукатів є складною та довготривалою. Вона складається з процесу бланшування попередньо підготованих плодів гострою парою, гарячою водою, або 0,1%-ним розчином лимонної чи винної кислоти. Варіння плодів і ягід в концентрованому цукровому сиропі проводиться одноразово або багаторазово в вакуум-апараті при чергуванні кипіння при атмосферному тиску та охолодження створенням розрядження 35...40 кПа, після чого плоди та ягоди підсушуються до вмісту сухих речовин 81...83%, обсипаються цукром-піском або глазуруються. Існують різні модифікації цієї загальної технологічної схеми.

Підготовчі процеси, теплова обробка при традиційній технології виробництва цукатів призводять до небажаних змін в структурі БАР, які пов'язані із харчовою цінністю та органолептичними показниками готової продукції. Так, бланшування проводиться за температури 80...100° С, уварювання може складати від 60 до 300 хвилин; при цьому втрати вітаміну С досягають 70% [3,4]. Отже, традиційний процес приготування цукатів є довготривалим, трудомістким та енергоємним, що запобігає широкомасштабному промисловому впровадженню. У зв'язку з цим, виникає задача суттєвої інтенсифікації цього процесу.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Метою статті є дослідження масообмінних процесів під час виробництва цукатів з дикорослих плодів для його інтенсифікації.

*Основна частина.* Нами було розроблено новий спосіб виробництва цукатів з диких яблук і груш. Для підвищення харчової і біологічної цінності цукатів з дикорослих плодів, зменшення втрат маси, а також розм'якшення сировини плоди перед уварюванням у цукровому сиропі витримували в пряному маринаді, отриманому на основі водного екстракту ароматичних трав з додаванням 0,3% до маси екстракту оцтової кислоти за температури 70...75°С.

Метою досліджень є встановлення раціональних режимів обробки сировини. Для цього було досліджено масообмінні процеси під час екстрагування з ароматичних трав, витримування диких плодів у пряному маринаді, уварювання в цукровому сиропі.

Для приготування пряного маринаду отримали водний екстракт ароматичних трав. Кінетику екстрагування ароматичних речовин досліджували залежно від температури екстракту і розміру частинок трав.

В експерименті визначався вміст сухих речовин в екстракті за наступних параметрів вхідних величин: температура екстрагента  $t = 50, 70, 90^\circ \text{C}$ ; розмір частинок трав  $l = 1, 3, 5 \text{ мм}$ ; тривалість процесу  $\tau = 100 \text{ хв}$ ; швидкість обертання мішалки –  $10 \text{ хв}^{-1}$ .

Для обробки результатів експериментів кінетики екстракції використовували рівняння

$$C = C_p \left(1 - e^{-K_c \cdot \tau}\right), \quad (1)$$

де  $C$  – концентрація сухих речовин в настій, %;  $C_p$  – рівноважна концентрація, %;  $K_c$  – константа швидкості процесу;  $\tau$  – тривалість процесу, с.

У результаті регресійного аналізу була визначена наступна залежність:

$$C = (0,42 + 0,05t) \cdot \left(1 - e^{-(0,104 + 0,00094t)\tau}\right), \quad (2)$$

де рівноважна концентрація  $C_p(t) = 0,42 + 0,05t$ ; константа швидкості  $K_c = 0,104 + 0,00094t$ ;  $t$  – температура процесу, °С.

На рис. 1 наведено ізолінії концентрації сухих речовин у настій залежно від температури і тривалості екстракції з розміром дисперсної фази  $l = 3$  мм.

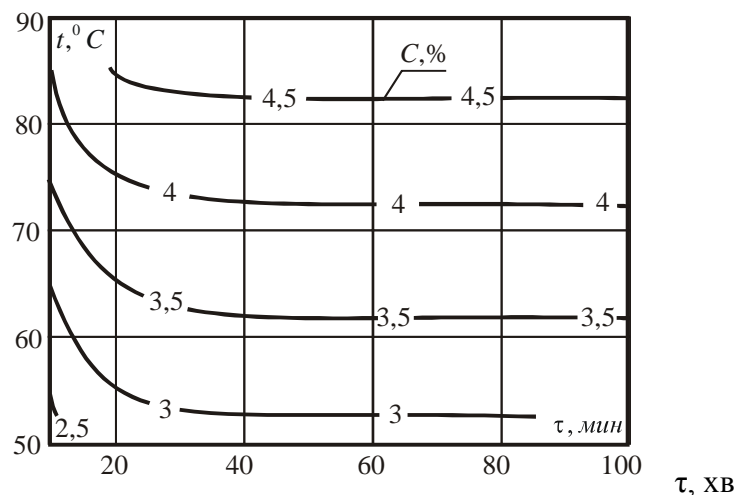


Рис. 1. Карта рівня ізоліній кінетики концентрації сухих речовин ( $C$ , %) у настій залежно від температури.

Як видно з рис. 1, за 90° С, при розмірі часток 3 мм та тривалості екстрагування 60 хв практично досягається максимальна рівноважна концентрація екстрактивних речовин  $C_p \approx 4,5\%$ . Після II ступеня екстрагування з трав вилучається ще приблизно 1%, після III ступеня – ще 0,5% екстрактивних речовин. Подальше збільшення кількості ступенів екстрагування практично недоцільне.

Таким чином, встановлений раціональний режим процесу екстрагування з суміші ароматичних трав: температура екстрагента – 90° С, тривалість процесу – 60 хв, розмір частинок трав – 3 мм; для зменшення кількості відходів необхідно застосовувати три ступені екстракції. Традиційно попередню теплову обробку плодів для отримання цукатів здійснюють бланшуванням водою протягом 5...15

хв за температури 80...100° С або парою. Одним із завдань бланшування є розм'якшення сировини, що призводить до інтенсивного вбирання цукру.

Згідно з розробленим способом, плоди витримували у пряному маринаді. Ступінь розм'якшення плодів при цьому визначали за допомогою компресійних характеристик диких яблук за умов осьового стискання. В експериментах використовували дикі яблука з одного дерева з діаметром 20 мм і масою 15 г. Плоди піддавали тепловій обробці у воді за температури  $t = 95^\circ \text{C}$  (зразок 1) і в пряному маринаді за  $t = 75^\circ \text{C}$  (зразок 2). Результати експериментів наведено на рис. 2.

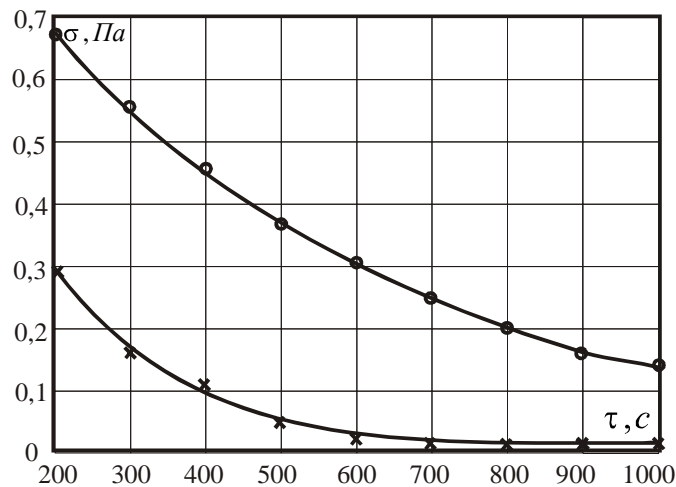


Рис. 2. Кінетика компресійних характеристик диких яблук під час теплової обробки: х – у воді за  $t = 95^\circ \text{C}$ ; о – в маринаді за  $t = 75^\circ \text{C}$ .

Отримані дані описуються рівнянням вигляду

$$\sigma_{\theta} = a \cdot 10^{-b\tau}, \quad (3)$$

де  $\sigma_{\theta}$  – тимчасовий опір руйнуванню, Па;  $\tau$  – тривалість теплової обробки, с; а, в – емпіричні коефіцієнти, значення яких наведені у табл.1.

Таблиця 1 – Значення коефіцієнтів рівняння (3)

Зразок	Теплоносій	Температура $t, ^\circ \text{C}$	Коефіцієнти	
			$a \cdot 10, \text{ Па}$	$b, \text{ с}^{-1}$
1	Вода	95	1,9	0,0095
2	Маринад	75	0,0095	0,0028

Отримані дані (рис. 2) свідчать, що для досягнення необхідного розм'якшення плодів під час витримування в маринаді тривалість теплової обробки повинна складати 900 с, при цьому тимчасовий опір руйнуванню знижується порівняно з початковим в 4 рази.

Варення плодів у цукровому сиропі проводилося у вакуум-випарному апараті. Плоди, які пройшли попередню теплову обробку в пряному маринаді, витримували перед варенням в цукровому сиропі

за  $t = 75^\circ \text{C}$  протягом 60 хв. Сироп концентрацією 65% готували на основі пряного маринаду. Варення плодів за умов залишкового тиску 70...74 кПа протягом 13 хв чергували з періодами охолодження протягом 10 хв, за яких початковий тиск в апараті складав 40 кПа, а потім його поступово знижували.

Результати експериментального дослідження кінетики концентрації сухих речовин в диких яблуках під час їх уварювання у цукровому сиропі наведені на рис. 3.

З рисунка видно, що внаслідок випаровування вологи з сиропу його концентрація зростає з часом від 65 до 82%, причому в періоди охолодження дещо знижується внаслідок дифузії розчинених сухих речовин із сиропу в плоди.

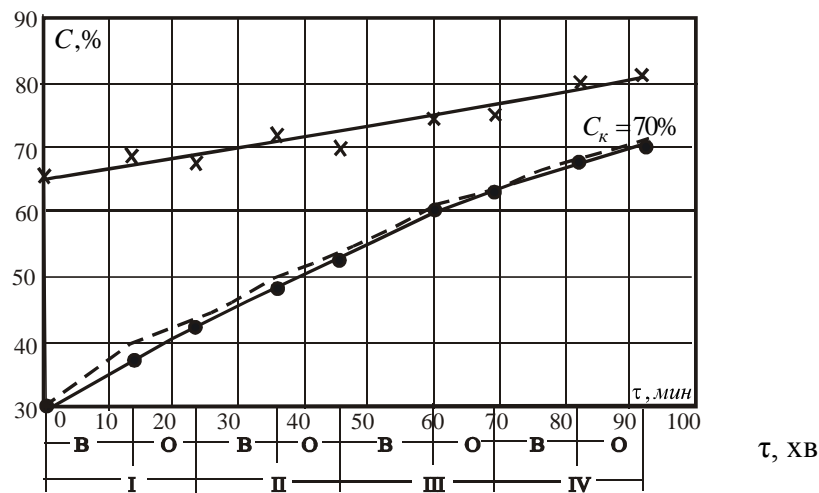


Рис. 3. Кінетика концентрації сухих речовин в процесі уварювання дикорослих плодів: —●— в плодах; —x— в сиропі; — — — розрахункові кінетичні залежності вказаних концентрацій; відмічені періоди варення „В” і охолодження „О”; I-IV – цикли обробки.

Концентрація сухих речовин у диких яблуках під час варення у цукровому сиропі підвищується від 30% до 70%. Тривалість кожного варення була скорочена з 15 хв (для культивованих яблук) до 13 хв, що стало можливим завдяки більш високому початковому вмісту сухих речовин у плодах після витримування в сиропі на основі пряного маринаду і достатньому їх розм'якшенню. Необхідна концентрація сухих речовин в плодах (70%) була досягнута після чотирьох циклів обробки (варення і охолодження), загальна тривалість процесу склала 92 хв. Інтенсифікація процесу була досягнута також за рахунок зменшення залишкового тиску в апараті під час охолодження плодів від 40 до 30 кПа [5,6].

*Висновки.* Отже, завдяки раціональним режимам підготовки й уварювання диких плодів скорочуються втрати сировини на 5%, підвищується якість цукатів, інтенсифікується процес на 15...20%, зберігаються цілісність, форма та привабливий зовнішній вигляд готових цукатів.

## Література:

1. *Луканин, А.С.* Комплексная переработка плодово-ягодного сырья [Текст] / А.С Луканин, В.Н. Ежов // Пищевая промышленность. – 1992. – №1. – С. 31.
2. *Машковский, М.Д.* Лекарственные средства [Текст] / М.Д. Машковский. – М.: ООО «Изд-во Новая Волна», 2008: в 2-х т. – 1206 с.
3. *Никифоров, А.В.* Организация переработки дикорастущего пищевого сырья – Электронный ресурс: <http://rae.ru/forum2010/pdf/article530.pdf>
4. *Рогачев, В.И.* Справочник технолога плодоовощного консервного производства [Текст] / Под ред. В.И. Рогачева. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.– 408 с.
5. *Киптелая, Л.В.* Рациональные режимы вспомогательной обработки диких плодов при производстве цукатов [Текст] / Л.В. Киптелая, Н.А. Афукова // Проблеми якості у громадському харчуванні, готельному господарстві і туризмі: матер. міжнар. наук.-практ. конф. – К.: КДТЕУ. – 1998. – С. 98-99.
6. *Киптелая, Л.В.* Исследование динамики массопереноса при варке диких яблок и груш в сахарном сиропе [Текст] / Л.В. Киптелая, Н.А. Афукова // Удосконалення процесів та апаратів хімічних, харчових та нафтохімічних виробництв: тези доп. 9 Міжнар. конф. – Одеса: ОДАХТ. – 1996. – С. 86.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЦУКАТОВ ИЗ ДИКОРАСТУЩЕГО СЫРЬЯ**

Дейниченко Г.В., Афукова Н.А., Шабельская И.И.

**Аннотация** – приведены результаты исследования массообменных процессов при производстве цукатов из дикорастущего сырья. Установлено, что рациональные режимы проведения этих процессов позволяют повысить качество готовых изделий, увеличить их выход, а также интенсифицировать процесс производства цукатов.

## **INVESTIGATING MASS-EXCHANGING PROCESSES DURING THE MANUFACTURE OF SUCCADES FROM WILD-GROWING FRUITS**

G. Deynichenko, N. Afukova, I. Shabelska

### *Summary*

**The results of the investigations of mass-exchanging processes during the manufacture of succades from wild-growing fruits are described in the article. It is determined that rational regimes of mass-exchanging processes allow raising quality of ready products, increase their output, and intensify manufacturing process of succades.**