



## Journal of Chemistry and Technologies

pISSN 2663-2934 (Print), ISSN 2663-2942 (Online)

journal homepage: <http://chemistry.dnu.dp.ua>



UDC 663.81:634.51

### TECHNOLOGY OF DIETARY SUPPLEMENTS FROM WALNUTS

Inna S. Tiurikova<sup>1</sup>, Mykhailo I. Peresichnyi<sup>2</sup>, Yuliia A. Matsuk<sup>3</sup>, Alla P. Kainash<sup>4</sup>, Nina V. Budnyk<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Higher Educational Institution of Ukoopspilka «Poltava University of Economics and Trade», 3 Kovalya str., Poltava, 36014, Ukraine

<sup>2</sup> Kyiv national University of culture and arts, 36 Konovaltsya str., Kyiv, 01601, Ukraine

<sup>3</sup> Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, 72 Gagarin ave., Dnipro, 49010, Ukraine

<sup>4</sup> Poltava state agrarian Academy, 1/3 Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

Received 3 March 2020; accepted 13 April 2020; available online 22 June 2020

#### Abstract

**Aim.** To develop technology for dietary supplements made from walnuts to increase the biological value of beverages. **Methods.** The state of plant cells of the nut residue after extraction with various extractants was determined with a help of histological and chemical analysis. Microphotography of the areas selected for illustrations using a Biorex-3 VM-500T microscope with a DCM 900 digital microphotometer with software adapted for these studies was performed. The Statistical V. 6.0 program was used for mathematical processing of experimental results. The study of quality indicators of dietary supplements was carried out with a use of standard methods. **Results.** The expediency of using walnuts as a dietary Supplement for beverages is justified. The parameters of extraction (duration, hydromodule) of biologically active substances from fruits of milk-wax ripeness and pericarp of a ripe nut were studied. The selection of extractants was confirmed by histological studies of the plant cell of the raw material after extraction. A basic technological scheme for preparing extracts has been developed. Physical and chemical parameters of dietary supplements made from walnuts were studied. **Conclusions.** The introduction of the proposed technology will expand the range of natural dietary supplements and beverages with their use of increased biological value. The consumption of beverages in the daily diet will help to improve overall health of people and improve their quality of life.

**Keywords:** technology; walnut; milk-wax ripeness; pericarp; dietary Supplement; extract; extraction.

### ТЕХНОЛОГІЯ ДІЄТИЧНИХ ДОБАВОК ІЗ ВОЛОСЬКОГО ГОРІХА

Інна С. Тюрікова<sup>1</sup>, Михайло І. Пересічний<sup>2</sup>, Юлія А. Мацук<sup>3</sup>, Алла П. Кайнаш<sup>4</sup>, Ніна В. Будник<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі», вул. Ковалю, 3, Полтава, 36014, Україна

<sup>2</sup>Київський національний університет культури і мистецтв, вул. Коновальця, 36, Київ, 01601, Україна,

<sup>3</sup>Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, пр. Гагаріна, 72, Дніпро, 49010, Україна,

<sup>4</sup>Полтавська державна аграрна академія, вул. Сквороди, 1/3, Полтава, 36003, Україна

#### Анотація

Розроблено технологію дієтичних добавок із волоського горіха для підвищення біологічної цінності напоїв. Стан рослинних клітин горіхового залишку після екстрагування різними екстрагентами визначали за допомогою гістологічно-хімічного аналізу. Мікрофотографування обраних для ілюстрацій ділянок проводили за допомогою мікроскопу Biorex-3 VM-500T із цифровою мікрофотонасадкою DCM 900 з адаптованими для даних досліджень програмами. Для математичного оброблення результатів експериментальних досліджень використовували програму Statistic v. 6.0. Дослідження показників якості дієтичних добавок проводили за стандартними методиками.

Обґрунтовано доцільність використання волоського горіха як дієтичної добавки для напоїв. Досліджено параметри екстрагування (тривалість, гідромодуль) біологічно активних речовин із плодів молочно-воскової стиглості та перикарпію стиглого горіха. Вибір екстрагентів підтверджений гістологічними дослідженнями рослинної клітини сировини після екстракції. Розроблено принципову технологічну схему приготування екстрактів. Досліджено фізико-хімічні показники дієтичних добавок із волоського горіха.

Впровадження запропонованої технології дозволить розширити асортимент натуральних дієтичних добавок та напоїв підвищеної біологічної цінності. Споживання напоїв у щоденному раціоні сприятиме покращенню загального самопочуття людини та поліпшенню якості їх життя.

**Ключові слова:** технологія; волоський горіх; молочно-воскова стиглість; перикарпій; дієтична добавка; екстракт; екстрагування.

\*Corresponding author: Tel. +380509582693; e-mail address: tyurikovainna@gmail.com

© 2020 Oles Honchar Dnipro National University

doi: 10.15421/082007

**ТЕХНОЛОГИЯ ДИЕТИЧЕСКИХ ДОБАВОК ИЗ ГРЕЦКОГО ОРЕХА**

Инна С. Тюрикова,<sup>1</sup> Михаил И. Пересичный<sup>2</sup>, Юлия А. Мацук<sup>3</sup>, Алла П. Кайнаш<sup>4</sup>,  
Нина В. Будник<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Высшее учебное заведение Укоопсоюза «Полтавский университет экономики и торговли», ул. Коваля, 3, Полтава, 36014, Украина

<sup>2</sup> Киевский национальный университет культуры и искусств, ул. Коновальца, 36, Киев, 01601, Украина,

<sup>3</sup> Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, пр. Гагарина, 72, Днепро, 490106 Украина

<sup>4</sup> Полтавская государственная аграрная академия, ул. Сквороды, 1/3, Полтава, 36003, Украина

**Аннотация**

Разработана технология диетических добавок из грецкого ореха для повышения биологической ценности напитков. Состояние растительных клеток орехового остатка после экстрагирования различными экстрагентами определяли с помощью гистологически-химического анализа. Микрофотографирование выбранных для иллюстраций участков проводили с помощью микроскопа Biogex-3 VM-500T с цифровой микрофотонасадкой DCM 900 с адаптированными для данных исследований программами. Для математической обработки результатов экспериментальных исследований использовали программу Statistic v. 6.0. Исследование показателей качества диетических добавок проводили по стандартным методикам.

Обоснована целесообразность использования грецкого ореха в качестве диетической добавки для напитков. Исследованы параметры экстракции (продолжительность, гидромодуль) биологически активных веществ из плодов молочно-восковой спелости и перикарпия спелого ореха. Выбор экстрагентов подтвержден гистологическими исследованиями растительной клетки сырья после экстракции. Разработана принципиальная технологическая схема приготовления экстрактов. Исследованы физико-химические показатели диетических добавок из грецкого ореха.

Внедрение предложенной технологии позволит расширить ассортимент натуральных диетических добавок и напитков повышенной биологической ценности. Употребление напитков в ежедневном рационе будет способствовать улучшению общего самочувствия людей и качества их жизни.

*Ключевые слова:* технология; грецкий орех; молочно-восковая спелость; перикарпий; диетическая добавка; экстракт; экстрагирование

**Вступ**

Харчування є головним керованим чинником впливу на здоров'я людини, якість її життя, працездатність, активне довголіття та творчій потенціал. Правильно організоване харчування відіграє важливу роль у зниженні ризику розвитку захворювань, пов'язаних із впливом чинників навколишнього середовища, зростанням стресових ситуацій і негативних переживань, шкідливими звичками тощо [1–3].

Відомо, що забезпечення організму біологічно активними речовинами (БАР), зокрема, вітамінами (А, С, Е, групи В і β-каротином), фенольними, пектиновими та мінеральними речовинами, харчовими волокнами підсилює функціонування його захисних систем – імунної, антиоксидантної; регуляції апоптозу та метаболізму ксенобіотиків [4].

Одним із пріоритетних напрямлень Загальнодержавної програми «Здоров'я – 2020» та сучасної харчової індустрії є розширення асортименту нових технологій продуктів функціонального призначення [5].

Особливе значення набуває виробництво напоїв на основі екстрактів із рослинної сировини з високою концентрацією фізіологічно значимих для організму людини

нативних мікронутрієнтів [6]. Їх використання дозволяє створювати напої направленої дії – для стимулювання розумової діяльності, регулювання обміну холестерину, тонізуючі, заспокійливі та інші [7]. Природні БАР рослин (флавоноїди, вітаміни, каротиноїди, барвні речовини, ефірні олії та ін.) сприяють зниженню використання харчових добавок (ароматизаторів, барвників, консервантів та ін.) у технології напоїв, урізноманітненню їх смакоароматичних відтінків та підвищують стійкість у процесі зберігання.

*Постановка проблеми.* Враховуючи дефіцит мікронутрієнтів у харчуванні людини, сучасні концепції розвитку безалкогольної галузі передбачають збільшення виробництва напоїв у композиції із рослинними екстрактами з комплексом БАР направленої дії [8].

На території України поширені деякі види дикорослої і сільськогосподарської сировини, які є перспективним джерелом БАР резистентної дії, зокрема, плоди волоського горіха. Вони містять значну кількість БАР, що посилюють дію одна одної та ефективно впливають на підтримання і відновлення функцій організму людини [9].

Використання волоського горіха в технологіях харчової продукції обґрунтовано

якісним вмістом нутрієнтів резистентної дії, зокрема, мг/100 г: аскорбінової кислоти – 2007, токоферолу – 14.5, ретинолу – 0.80, каротиноїдів – 20.5, пиридоксину – 0.8, фолієвої кислоти – 0.06, йоду – 0.26, цинку – 2.44, поліфенолів – 5300 та харчових волокон – 8.6 %. Перикарпій стиглого горіха багатий на фенольні сполуки – 2175 мг/100 г, аскорбінову кислоту – 243 мг/100 г [10].

Сучасні технології кулінарної продукції у закладах ресторанного господарства передбачають широке використання волоського горіха в якості основної і допоміжної сировини [11]. Важливою складовою загальної схеми харчування є напої, які визнано перспективною харчовою системою для збагачення організму людини БАР [12]. Тому розроблення нових технологій напоїв за умов комплексного використання волоського горіха, які мають оздоровчий вплив на організм людини, забезпечують профілактику аліментарно-залежних захворювань, сприятимуть корекції діяльності захисної системи організму та відновленню порушених функцій органів і систем.

Ґрунтовних досліджень щодо використання волоського горіха в технології напоїв, які б ставили за мету підвищення їх біологічної цінності, у науковій літературі виявлено недостатньо, що стало підґрунтям для розроблення технології дієтичних добавок резистентної дії (плоди молочно-воскової стиглості (МВС), перикарпій стиглого горіха та екстракти на їх основі).

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* Визначено терміни промислової заготівлі плодів молочно-воскової стиглості (червень) та перикарпій (вересень-жовтень) для центрального регіону України, які знаходяться у прямій залежності від погодних умов [9]. Цільовими речовинами для екстрагування обрано флавоноїди та аскорбінову кислоту, якими багатий волоський горіх [10]. Вивчено вплив концентрації водно-спиртової суміші на вилучення аскорбінової кислоти і фенольних речовин [13]. Встановлено суттєвий вплив типу екстрагента на ступінь екстрагування БАР горіха. Доведено, що 70 %-й водно-спиртовий розчин, якому властиві висока полярність і розчинність для гідрофільних сполук, має значну екстрагуючу здатність [9; 10; 13].

Досліджено вплив попереднього теплового оброблення горіхової сировини на процес екстракції [14]. Визначено зменшення концентрації аскорбінової кислоти на 52.1 % і

збільшення вмісту фенольних сполук в екстракті на 16.2 % для плодів горіха МВС, бланшованих за температури 80 °С впродовж 10-60 с. Екстракти із бланшованого перикарпій стиглого горіха містили вищу концентрацію аскорбінової кислоти на 14–20 %, фенольних сполук – на 3–13 %, титрованих кислот – на 30–80 %, сухих речовин – на 1–3 %. У перикарпії переважає нерозчинна протопектинова фракція, яка зміцнює стінки клітини. Цей фактор пояснює необхідність температурного оброблення ( $t = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau = 10\text{-}60\text{ с}$ ) тільки для перикарпій для гідролізу пектинових нерозчинних речовин [9; 14].

*Мета та цілі дослідження.* Враховуючи результати попередніх досліджень, метою роботи було розроблення технології дієтичних добавок із волоського горіха та дослідження їх фізико-хімічних показників.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

1. Дослідити стан рослинних клітин горіху після екстрагування різними екстрагентами.
2. Встановити залежність екстракції БАР від тривалості екстрагування та гідромодуля для аскорбінової кислоти та фенольних сполук.
3. Скласти принципову технологічну схему приготування екстрактів.
4. Визначити фізико-хімічні показники дієтичних добавок із волоського горіха.

### **Результати та їх обговорення**

*Обґрунтування вибору розчинників для екстрагування БАР волоського горіха.* Для розширення асортименту напоїв спрямованої дії і кола споживачів доцільним було розроблення основи для дієтичної добавки без вмісту спирта. Однак, рослинна добавка повинна залишатися стабільною у відношенні мікробного забруднення без додаткового введення консервантів [15; 16].

З метою збереження стабільності легко окислювальних речовин у горіховому екстракті (вітамін С, фенольні речовини) передбачали отримання інвертного сиропу – 50 %-го водно-цукрового розчину (ВЦР), що являє собою суміш рівної кількості глюкози й фруктози шляхом гідролізу сахарози (50 %) під час нагрівання і наявності іонів водню як каталізатора. Необхідно зазначити, що значна концентрація цукру створює високий осмотичний тиск у сиропі, що, в свою чергу, запобігає росту і розвитку мікроорганізмів у

процесі зберігання, а вода є універсальним розчинником для вилучення гідрофільно-ліпофільних речовин із рослин як в кількісному, так і в якісному відношенні [15–19].

Для підтвердження висунутої гіпотези за допомогою гістологічно-хімічного аналізу визначено стан рослинних клітин горіхового залишку після екстрагування різними екстрагентами. В якості екстрагентів обирали воду, 70 %-й ВСР та 50 %-й ВЦР, гідромодуль (сировина : екстрагент) – 1 : 1, в якості контролю – свіжий перикарпій.

Рослинний матеріал для збереження структурних властивостей клітин сировини свіжої та після її екстрагування фіксували за загальновідомими методиками [20].

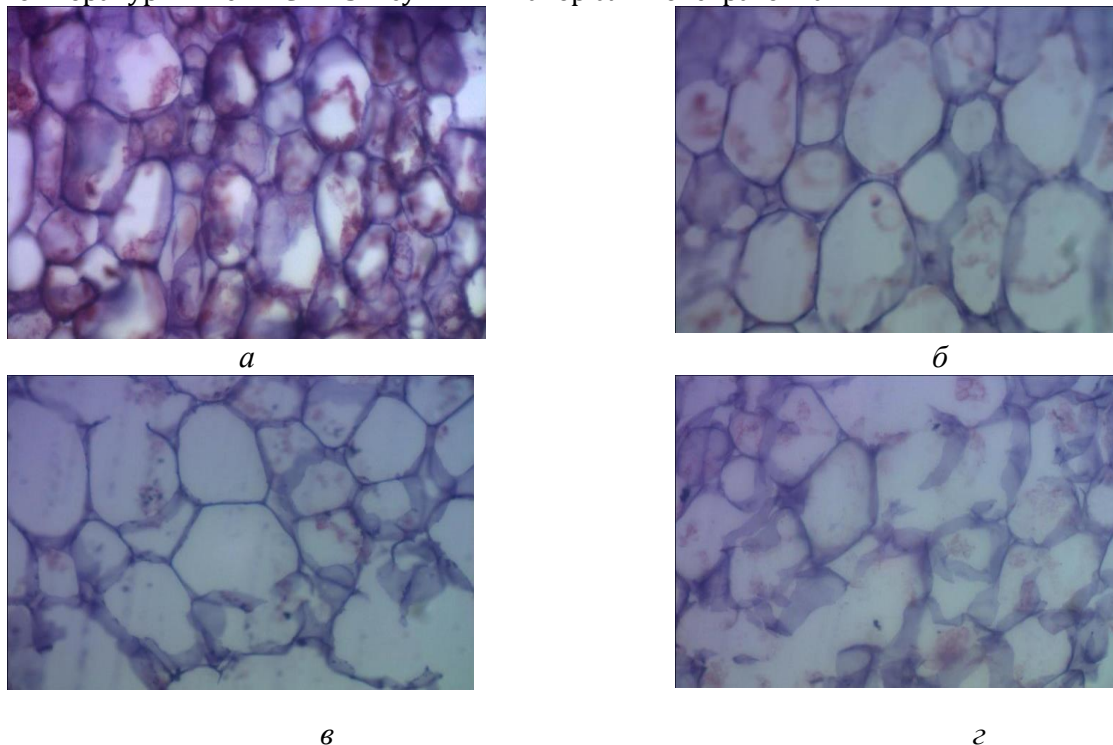
Фрагменти і біоптати сировини (тканини) занурювали в 10 %-й розчин нейтрального формаліну на 3 доби. Рослинний матеріал зневоднювали у батареї спиртів за висхідною шкалою. Перекладали матеріал у суміш абсолютного спирту і хлороформу на 12 год. Для кращого просочування парафіном шматочки матеріалу занурювали у розплавлену суміш хлороформу і парафіну та витримували в термостаті 3 години за температури 40 °С. Із суміші матеріал

перекладали у розплавлений парафін і витримували до 4 годин. Після витримки у другому парафіні гарячим пінцетом тканину переносили у заздалегідь підготовлену форму і повторно заливали чистим парафіном. Охолодження парафінових блоків проводили у посудині з водою кімнатної температури. Отримані блоки наклеювали на дерев'яні колодки.

Зрізи товщиною 5–10 мкм отримували за допомогою санного мікротома і монтували їх предметні скельця за трафаретною методикою. Після забарвлення гематоксиліном та еозином заключали в полістерол і вивчали в світловому мікроскопі. Мікрофотографування обраних для ілюстрацій ділянок проводили за допомогою мікроскопу Biogex-3 BM-500T із цифровою мікродотонасадкою DCM 900 з адаптованими для даних досліджень програмами.

Усі визначення проводили у кількох повторностях. Для отримання узагальненого результату вираховували середнє арифметичне значення. Усі аналізи виконувалися в однакових умовах.

На рис. 1 представлено гістологічні зрізи перикарпії горіха після екстракції різними екстрагентами.



**Fig. 1. Histological sections of ripe walnut pericarp before and after extraction (hydromodule 1 : 1): a-before extraction; b - with water; c - with 70 % water-alcohol solution; d -50 % water-sugar solution**

**Рис. 1. Гістологічні зрізи перикарпії стиглого волоського горіха до та після екстрагування (гідромодуль 1 : 1): а - до екстрагування; б - водою; в - 70 %-м водно-спиртовим розчином; г - 50 %-м водно-цукровим розчином**

Клітини сировини до екстрагування були цілими, вакуолі наповнені клітинним соком з розчиненими БАР (рис. 1а). Належність обраних цільових речовин до гідрофільних сполук пояснює їх добру екстрагуючу здатність водою, але нетривалу збереженість екстрактів. Клітинні оболонки після екстрагування водою – не ушкоджені, збільшеного розміру, еліпсоподібної та округлої форми, мають одиничну наповненість (рис. 1б). Після екстрагування водно-спиртовим розчином рослинні клітини мали вигляд порожніх, еліптичної форми, клітинні оболонки дуже тонкі (рис. 1в), тому ВСР обрано раціональним для вилучення БАР волоського горіха. Після екстрагування водно-цукровим розчином рослинні клітини виглядали деформованими, частково зруйнованими, кутової форми, зміщеними до периферії, зі стовщеною оболонкою (рис. 1г). Отже, завдяки здатності ВЦР створювати високий осмотичний тиск та запобігати росту і розвитку мікроорганізмів, є доцільним його використання як екстрагента. Стабільність екстрактів у процесі їх зберігання підсилюється вмістом у них хінонових сполук з бактерицидною дією, а саме юглону [21].

Отже, гістолого-хімічні дослідження будови зеленого волоського горіха довели вплив водно-цукрового екстрагенту на структуру його рослинної клітини, який полягає в осмотичному її зневодненні та частковому порушенні цілісності. Доведено, що під час контакту клітини з концентрованим розчином вода з розчиненими гідрофільними сполуками (поліфеноли, аскорбінова кислота) осмотично дифундує у розчин через напвпроникну оболонку клітини, зневоднює її до втрати тургору, створює стан циторізу та частково руйнує.

*Обґрунтування залежності екстракції БАР від гідромодуля та тривалості екстрагування.*

Зауважимо, що для досягнення максимальної концентрації БАР в екстракті оптимальним—ступенем подрібнення плодів горіха визначено розмір частинок від 10 до 25 мм [22], а оптимальна тривалість екстракції не повинна перевищувати тридцяти діб [9; 23]. Але на ефективність процесу також впливає гідромодуль – сировина і екстрагент.

Відомо [24], що технологічні, фізичні, хімічні, мікробіологічні властивості кінцевого продукту є функцією характеристик початкової сировини і параметрів технологічного процесу. Згідно з теорією системного підходу, окрему стадію

технологічного процесу представляли у вигляді параметричної моделі, на яку діють вхідні ( $x$ ) і вихідні ( $y$ ) параметри.

У процесі постановки плану експерименту фіксували вхідні параметри, зокрема гідромодуль і тривалість проведення процесу, і приймали їх як константи відповідно до результатів виконаних досліджень. Отже, для оптимізації процесу екстрагування приймали вхідні параметри:

- $x_1$  – гідромодуль;
- $x_2$  – тривалість екстрагування,  $\tau$ , діб.

Основним вихідним критерієм оптимальності системи обирали параметри: масову концентрацію аскорбінової кислоти і фенольних речовин в екстрактах у залежності від гідромодуля та тривалості екстрагування. Основою для проведення процесу екстрагування обирали експериментальні дані, отримані із залежності:

$$y = f(x_1, x_2). \quad (1)$$

У результаті експериментальної оцінки рівнів факторів у приведених нижче інтервалах значень наведена динаміка змін вмісту аскорбінової кислоти або фенольних речовин в екстракті, тому ці інтервали обирали як граничні значення вхідних параметрів системи:

- для фактора  $x_1$  – 0,1...1;
- для фактора  $x_2$  – 5...30 діб.

Кодування факторів проводили за формулами:

$$x_1 = (\tau_i - \tau_0) / \lambda_1; \quad (2)$$

$$x_2 = (\tau_i - \tau_0) / \lambda_2; \quad (3)$$

де  $\tau_i, \tau_0$  – натуральні значення факторів;

$\tau_0, \tau_0$  – натуральні значення факторів на нульовому рівні;

$\lambda_1, \lambda_2$ , – натуральні значення інтервалу варіювання відповідного фактора, які визначали за формулою:

$$\lambda_i = (N_{i+} - N_{i-}) / 2 \quad (4)$$

де  $N_{i+}, N_{i-}$  – натуральні значення вхідних параметрів відповідно на верхньому і нижньому рівнях [24].

В результаті математичного оброблення експериментальних даних на ЕОМ одержана наступна регресійна залежність для процесу екстрагування аскорбінової кислоти:

$$y = 170.17 + 137.17 \cdot x_1 + 81.17 \cdot x_2 + 96.17 \cdot x_1 \cdot x_2,$$

де  $y$  – закодоване значення критерію оптимальності для кожного процесу;

$x_i$  – закодовані значення факторів для аналізованих процесів.

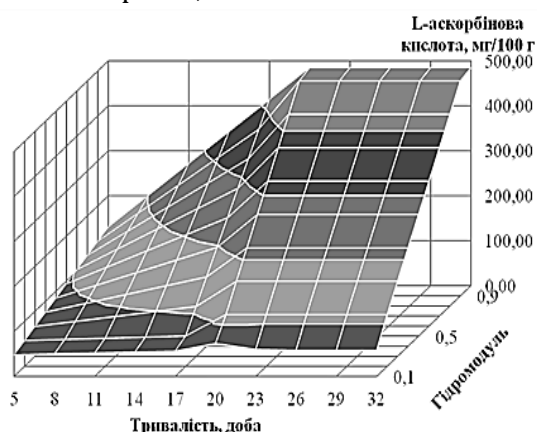
Число ступенів свободи дорівнювало  $f = 8$ , тоді значення критерію Стьюдента становило

$t = 2.31$ . У результаті перевірки значущості коефіцієнтів рівняння регресії визначено, що всі коефіцієнти були відмінними від 1.34 ( $b_i = 1.34$ ). Регресійна залежність для процесу екстрагування фенольних речовин складала:

$$y = 12.47 + 10.83 \cdot x_1 + 9.72 \cdot x_2 + 8.48 \cdot x_1 \cdot x_2.$$

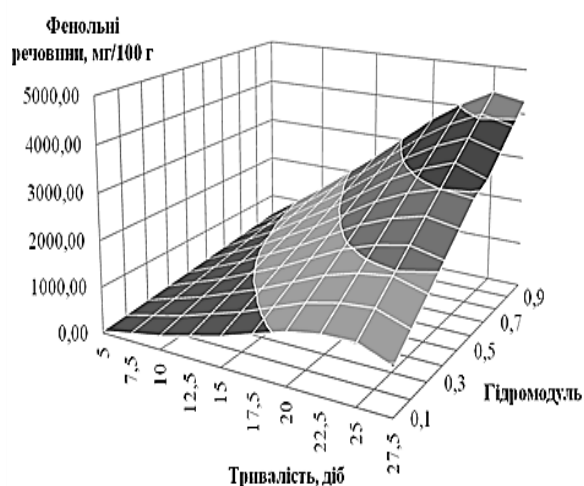
У результаті перевірки значущості коефіцієнтів рівняння регресії, всі коефіцієнти були відмінними від 1.66 ( $b_i = 1.66$ ). Отримані результати показали, що коефіцієнти рівняння розраховані без арифметичних помилок [24].

Результати проведеного експерименту зображено на рис. 2, 3.



**Fig 2. Response surfaces of the process of extracting L-ascorbic acid from walnut fruits of milky-waxy ripeness 70 % WAS**

**Рис. 2. Поверхні відгуку процесу екстрагування L-аскорбінової кислоти із плодів горіха МВС 70 %-м ВСР**



**Fig. 3. Response surfaces of the process of extracting phenolic substances from the fruit of the MVD nut 70 % WAS**

**Рис. 3. Поверхні відгуку процесу екстрагування фенольних речовин із плодів горіха МВС 70 %-м ВСР**

Узагальнені результати досліджень показали, що після 20 доби екстрагування концентрація аскорбінової кислоти зменшується. Тобто відбуваються

окислювальні процеси під дією ферментів сировини та кисню (рис. 2). Фенольні сполуки продовжують екстрагуватися, але дуже повільно, до 30 діб (рис. 3). Рациональними параметрами для екстрагування БАР плодів МВС обрано: тривалість – 20 діб, гідромодуль (сировина : 70 %-й ВСР) – 1 : 1. Масова концентрація фенольних речовин в екстракті, отриманому за розробленими параметрами, складала  $3880 \pm 200$  мг/100 г, аскорбінової кислоти –  $484 \pm 30$  мг/100 г.

Аналогічні дослідження проведено з екстрагентом – 50 %-м ВЦР. Встановлено, що оптимальними параметрами для екстракції БАР плодів МВС є: тривалість – 20 діб, гідромодуль (сировина: 50 %-й ВЦР) – 0.75 : 1. Масова концентрація фенольних речовин в екстракті, отриманому за заданими параметрами, складала  $4480$  мг/100 г, аскорбінової кислоти –  $519.2$  мг/100 г.

Отже, виявлено, що під час екстрагування 70 %-м ВСР концентрації аскорбінової кислоти і поліфенолів зростають у порядку збільшення частки сировини.

Під час екстрагування 50 %-м ВЦР відбувається масообмінний процес. В результаті цього процесу розчинні речовини із зони з високою концентрацією рухаються в зону з низькою концентрацією (сировина) і викликають високий плазмоліз клітини. Проникнення екстрагенту в рослинну клітину відбувається за рахунок явища осмосу. Вміст цукру в готовому екстракті нижчий від початкового, напевне, за рахунок вмісту води (34.9 %) у плодах МВС.

На підставі експериментальних досліджень екстрагування БАР із перикарпію стиглого горіха провели оптимізацію процесу. В результаті математичного оброблення експериментальних даних на ЕОМ одержана наступна регресійна залежність для процесу екстрагування аскорбінової кислоти:

$$y = 139.75 + 38.75 \cdot x_1 + 88.25 \cdot x_2 + 19.25 \cdot x_1 \cdot x_2,$$

Число ступенів свободи дорівнювало  $f = 8$ , тоді значення критерію Стюдента  $t = 2.31$ . У результаті перевірки значущості коефіцієнтів рівняння регресії, всі коефіцієнти були відмінними від 1.28 ( $b_i = 1.28$ ). Регресійна залежність для процесу екстрагування фенольних речовин складала:

$$y = 19.50 + 5.45x_1 + 16.90x_2 + 4.45x_1 \cdot x_2.$$

В результаті перевірки значущості коефіцієнтів рівняння регресії, всі коефіцієнти були відмінними від 1.57 ( $b_i = 1.57$ ). Отримані результати показали, що коефіцієнти

рівняння розраховані без арифметичних помилок [24]. Результати проведеного експерименту подано на рис. 4, 5.

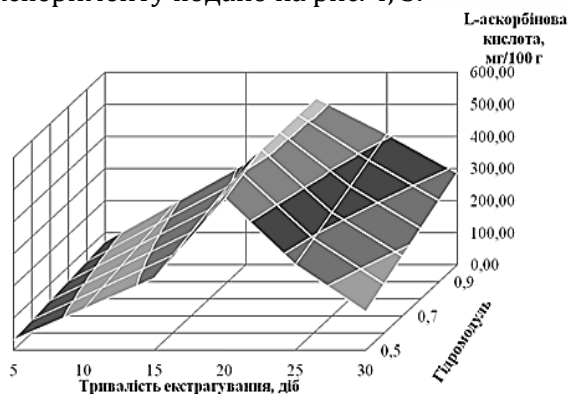


Fig 4. Response surfaces of the process of extracting phenolic substances from ripe walnut pericarp 50 % WSS

Рис. 4. Поверхні відгуку процесу екстрагування L-аскорбінової кислоти із перикарпії стиглого горіха 50%-м ВЦР

За результатами проведених досліджень встановлено, що на 20 добу експерименту вміст аскорбінової кислоти досягає максимуму (510 мг/100 г) і починає знижуватися. Ймовірно, що відбувалися окислювальні процеси під дією кисню і ферментів сировини (рис. 4). Фенольні речовини продовжували повільно екстрагуватися до 30 діб (4680 мг/100) (рис. 5). Раціональними параметрами для екстрагування БАР перикарпії обрано: тривалість – 20 діб, гідромодуль (сировина : 50 %-й ВЦР) – 0.75 : 1.

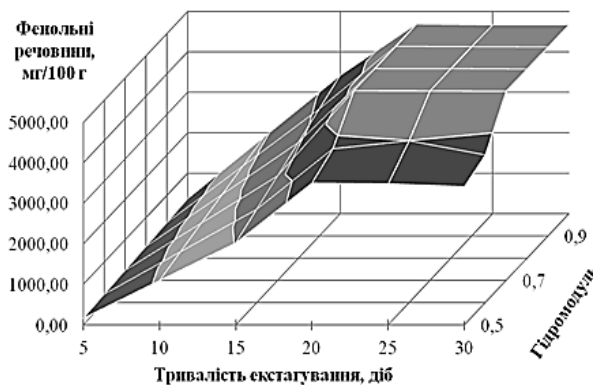


Fig 5. Response surfaces of the process of extracting L-ascorbic acid from ripe walnut pericarp 50 % WSS

Рис. 5. Поверхні відгуку процесу екстрагування фенольних речовин із перикарпії стиглого горіха 50%-м ВЦР

Експериментально отримано і математично розраховано технологічні параметри виробництва екстракту із плодів горіха молочно-воскової стиглості та перикарпії стиглого горіха. Розроблено технологію дієтичних добавок із волоського горіха, які захищено патентами [25; 26]. Технологічну схему з виготовлення екстракту з плодів волоського горіха МВС подано на рис. 6.

В екстрактах, отриманих за розробленою технологією, визначено фізико-хімічні показники волоського горіха МВС і перикарпії стиглого горіха й екстрактів (табл.), що підтвердило їх харчову та біологічну цінність.

Table

Physical and chemical parameters of dietary supplements from walnuts and products of its processing

Таблиця

Фізико-хімічні показники дієтичних добавок із волоського горіха та продуктів його перероблення (n = 15, P ≤ 0,05)

Назва дієтичної добавки	Масова частка, %			Масова концентрація, мг/100 г		pH
	сухих речовин	титрованих кислот	пектинових речовин	L-аскорбінової кислоти	фенольних речовин	
Плоди молочно-воскової стиглості	17.8 ± 0.9	0.58 ± 0.02	0.067 ± 0.001	2000 ± 100	5300 ± 265	4.6 ± 0.2
Екстракт водно-спиртовий	10.5 ± 0.5	0.54 ± 0.02	0.011 ± 0.001	900 ± 45	3680 ± 180	4.6 ± 0.2
Екстракт водно-цукровий	35.0 ± 2.0	0.41 ± 0.01	0.012 ± 0.001	800 ± 40	3040 ± 150	4.6 ± 0.2
Перикарпій стиглого горіха	20.8 ± 1.0	0.52 ± 0.02	0.521 ± 0.020	240 ± 10	2 180 ± 250	4.2 ± 0.2
Екстракт водно-спиртовий	11.0 ± 0.6	0.40 ± 0.02	0.160 ± 0.010	75 ± 5	690 ± 25	4.1 ± 0.2
Екстракт водно-цукровий	36.7 ± 2.0	0.33 ± 0.01	0.180 ± 0.010	90 ± 5	630 ± 25	4.1 ± 0.2

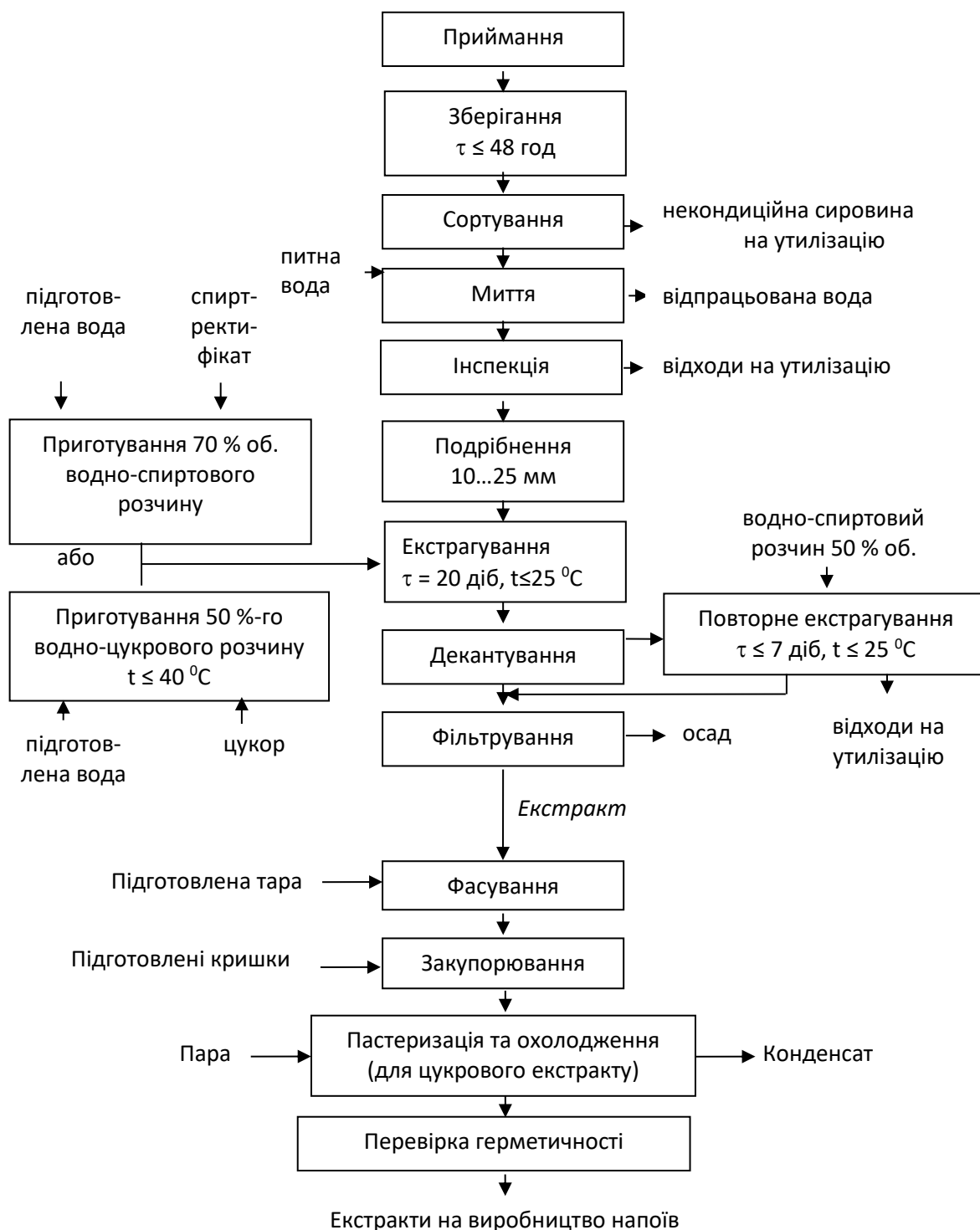


Fig. 6. Basic technological scheme of preparation of extracts from walnuts of milk-wax ripeness  
Рис. 6. Принципова технологічна схема приготування екстрактів із плодів волоського горіха молочно-воскової стиглості

### Висновки

Отримані результати дозволили обґрунтувати технологічні параметри для отримання екстрактів із волоського горіха підвищеної біологічної цінності.

На основі досліджень стану рослинних клітин горіху після екстрагування визначено раціональними екстрагенти 70 %-й водно-спиртовий та 50 %-й водно-цукровий розчини.

Застосування водно-цукрового розчину для горіхової сировини дозволить (не тільки) розширити асортимент напоїв з дієтичною добавкою без вмісту спирту, але (й) забезпечити мікробіологічну стабільність екстракту у процесі зберігання завдяки вмісту цукру і бактерицидного югону.

Встановлено залежність екстракції біологічно-активних речовин від тривалості



екстрагування та гідромодуля: для 70 %-го водно-спиртового розчину гідромодуль (сировина : екстрагент) склав 1:1, для 50 %-го водно-цукрового розчину – 0.75:1, тривалість – 20 діб.

Розроблено технологію дієтичних добавок із волоського горіха, яку захищено патентом. Подано принципову технологічну схему приготування екстракту із волоського горіха МВС.

Фізико-хімічними показниками дієтичних добавок із волоського горіха підтвердили високі концентрації біологічно цінних речовин резистентної дії (аскорбінова кислота, фенольні і пектинові сполуки та ін.).

Впровадження запропонованої технології дієтичних добавок із волоського горіха дозволить розширити асортимент натуральних напоїв підвищеної біологічної цінності. Їх споживання сприятиме оптимізації харчового раціону людини, підсиленню резистентності організму до захворювань і несприятливих чинників довкілля, покращенню самопочуття та поліпшенню якості життя загалом.

## Bibliography

- [1] Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення: монографія у 2 ч. / за ред. О. І. Черевко, М. І. Пересічного; 4-ге вид., переробл. та допов. – Х.: ХДУХТ, 2017. -962 с.
- [2] Наукові основи технології та системного використання харчових продуктів оздоровчої дії : монографія / Н. В. Дуденко, Л. Ф. Павлоцька, В. О. Коваленко [та ін.]. – Х.: ХДУХТ, 2015.- 65 с.
- [3] Технологія харчових продуктів функціонального призначення: монографія / за ред. д.т.н., проф. М. І. Пересічного; 2-ге вид., переробл. та допов. – К.: КНТЕУ, 2012. – 1116 с.
- [4] Noy N. Between death and survival: retinoic acid in regulation of apoptosis / N. Noy // Annu Rev Nutr. – 2010. – V.30 : 201–217.
- [5] Чуйко А. М. Проблема здорового харчування в туристичній галузі / А. М. Чуйко, Є. К. Буточкина // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія : Міжнародні відносини. Економіка. Країнознавство. Туризм. – 2018. – Вип. 7. – С. 150–155.
- [6] Технология экстрактов, концентратов и напитков из растительного сырья : учебник. / Под ред. А. И. Украинца. – В.:Нова книга, 2006. – 368 с.
- [7] Технологія безалкогольних напоїв: підруч. / за ред. д.т.н., проф. В. Л. Прибильського. – Київ: НУХТ, 2014. – 310 с.
- [8] Микронутриенты в питании человека / В. А. Тутельян, В. Б. Спиричев, Б. П. Суханов, В. А. Кудашева. – М: Колос, 2002. – 423 с.
- [9] Тюрікова І. С. Технологія харчової продукції з використанням волоського горіха : теорія і практика : монографія / І. С. Тюрікова. – Полтава : ПУЕТ, 2015. – 203 с.
- [10] Тюрікова І. С. Наукове обґрунтування технології напоїв резистентної дії з використанням волоського горіха : атореф. дис. ... докт. техн. наук.: 05.18.16. Київ: НУХТ. 2019. – 41 с.
- [11] Orlova O.Y. The unique characteristics of milky-wax ripe walnuts and their usage / O.Y. Orlova, U. Nasonova // Agronomy Research. – 2014. – Vol. 12, No. 3. – P. 769–778.
- [12] DewaAyu Anom Yuarini. Antioxidant Activity and Bioactive Compound in a Functional Instant Drink Made from Mangosteen Peel and Rosella Extract / Anom Yuarini DewaAyu // Media Ilmiah Teknologi Pangan. Indonesia. – 2015. – 2(1). – P. 28-30.
- [13] Тюрікова І. С. Екстракти із волоського горіха – важливий компонент для створення біологічно цінних напоїв / І. С. Тюрікова // Acta Universitatis Pontica Euxinus. – Т. 3. – С. 212–214.
- [14] Тюрікова І. С. Технологічні аспекти виробництва екстрактів на основі волоського горіха в молочній стадії стиглості / І. С. Тюрікова // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр. ДонНУЕТ ім. Михайла Туган-Барановського. Донецьк : ДонНУЕТ. – 2012. – Вип. 28. – С. 63–69.
- [15] Astudy of the Chemical Composition and Biological Activity of Extracts from Wild Carrot (*Daucus carota* L.) Seeds Waste / I. Pavlyuk, N. Stadnytska, I. Jasicka-Misiak [et al.] // Research Journal of pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2015/ – V6(2). – P. 603–611.
- [16] Дмитрієвський Д. І. Розробка лікарських препаратів для педіатрії: реалії та перспективи / Д. І. Дмитрієвський, О. Д. Немятих // Фармацевтичний кур'єр. – 2010. – № 3. – С. 58–64.
- [17] Немятих О. Д. Розробка складу та технології дитячого сиропу «Афлуфіт» // Український медичний альманах. – 2012. – Т. 15, № 1. – С. 101-104.
- [18] Патент 92445 Україна, МПК А61К 36/28, А61К 31/194, А61К 36/738, А61К 36/73, А61Р 37/02. Засіб для корекції імунного статусу у дітей «Афлуфіт» / Гудзенко О. П., Немятих О. Д., Яковлева Л. В., Котов А. Г., Бондар С. І. (Україна); заявник та патентовласник Гудзенко О. П., Немятих О. Д., Яковлева Л. В., Котов А. Г., Бондар С. І. (Україна). – № а201004484; заявл. 16.04.2010; опубл. 25.10.2010, Бюл. №20. – 5 с.
- [19] Лук'янчук І. І. Цукровий сироп як дисперсійне середовище та екстрагувач БАР з рослинної сировини / І. І. Лук'янчук, Л. М. Унгурян, Д. Ю. Шевченко // Матеріали 1-ї Міжнар. наук.-практ. конф. «Науково-технічний прогрес і оптимізація технологічних процесів створення лікарських препаратів» (6-7 квітня 2006 р. м. Тернопіль). – Тернопіль: Укрмедкнига, 2006. – С. 62–63.
- [20] Ромейс Б. Микроскопическая техника / Б. Роймес. – М: Издательство иностранной литературы, 1953. – 718 с.
- [21] Ходжибаева С. М. Новые аспекты получения и контроля юглона / С. М. Ходжибаева, О. Ф. Филатова, А. А. Тищенко // Химия природных соединений. – 2000. – № 3. – С. 17–19.
- [22] Тюрікова І. С. Вплив ступеня подрібнення плодів горіха волоського молочної стадії стиглості на якість вилучення БАР / І. С. Тюрікова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. ХДУХТ. – 2012. – Вип. 1 (15). – С. 283–288.
- [23] Тюрікова І. С. Наукові дослідження з розробки технології виробництва екстрактів з плодів

- волоського горіха / І. С. Тюрікова, Г. М. Рибак, В. Я. Плахотін // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. ХДУХТ. – 2009. – Вип. 2 (10). – С. 198–204.
- [24] Остапчук М. В. Математичне моделювання на ЕОМ / М. В. Остапчук, Г. М. Станкевич. – Одеса: Друк, 2006. – 313 с.
- [25] Пат. 77238 Україна, МПК В01Д 11/02. Спосіб отримання екстракту із волоського горіха молочно-воскової стадії стиглості / Тюрікова І. С. (Україна); заявник та патентовласник ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі» – № у 2012 07487; заявл. 19.06.12; опубл. 11.02.13, Бюл. № 3. – 4 с.
- [26] Пат. 88192 Україна, МПК В01Д 11/02. Спосіб отримання біологічно активної добавки із волоського горіха молочно-воскової стадії стиглості / Тюрікова І. С. (Україна); заявник та патентовласник ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі» – № у 2013 08452; заявл. 05.07.2014; опубл. 11.03.2014, Бюл. № 5. – 4 с.
- ## References
- [1] Cherevko, O. I., Peresichnyi, M. I. (Ed.) (2017). [Innovative technologies of food products of functional purpose (Vols. 2) (4 ed. Rev., ext.)]. Kharkiv, Ukraine: KhDUKhT (in Ukrainian).
- [2] Dudenko, N. V., Pavlotska, L. F., Kovalenko, V. O. (Ed.) (2015). [Scientific bases of technology and systemic use of food products of health-improving action]. Kharkiv, Ukraine: KhDUKhT (in Ukrainian).
- [3] Peresichnyi, M. I. (2012). [Functional food products technology (2nd ed. Rev., ext.)]. Kiev, Ukraine: KNTEU (in Ukrainian).
- [4] Noy, N. (2010). Between death and survival: retinoic acid in regulation of apoptosis. *Annual Review of Nutrition*, 30(1), 201-17. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.nutr.28.061807.155509>
- [5] Chuiko, A. M., Butochkina, Ye. K. (2018). [The problem of healthy eating in the tourism industry] *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V.N. Karazina. Seriya Mizhnarodni vidnosyny. Ekonomika. Krainoznavstvo. Turyzm – Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series: International Relations. Economy. Local lore. Tourism*, (7), 150–155. (in Ukrainian).
- [6] Ukraynets, A. Y. (2006). [Technology of extracts, concentrates and drinks from plant materials: a textbook]. Vinnitsa, Ukraine: Nova Knyha (in Ukrainian).
- [7] Prybylskyi, V. L. (2014). [Technology of soft drinks: textbook]. Kyiv, Ukraine: NUKhT (in Ukrainian).
- [8] Tutelian, V. A., Spyrychev, V. B., Sukhanov, B. P., Kudasheva, V. A. (2002). [Micronutrients in human nutrition]. Moskva, Russian: Kolos (in Russian).
- [9] Tiurikova, I. S. (2015). [Food technology using walnuts: theory and practice]. Poltava, Ukraine: PUET (in Ukrainian).
- [10] Tiurikova, I. S. (2019). *Scientific substantiation and development of technology of drinks with resistant action with the use of walnut*. Extended abstract of candidate's thesis. Kyiv: NUKhT (in Ukrainian).
- [11] Orlova, O.Y., Nasonova, U. (2014). The unique characteristics of milky-wax ripe walnuts and their usage. *Agronomy Research*, 12 (3), 769–778 (in English).
- [12] DewaAyu, Anom Yuarini. (2015). Antioxidant Activity and Bioactive Compound in a Functional Instant Drink Made from Mangosteen Peel and Rosella Extract. *Media Ilmiah Teknologi Pangan*. Indonesia. 2 (1), 28–30. (In Indonesia).
- [13] Tiurikova, I. S. (2013). [Walnut extracts as an important component in creating biologically valuable drinks]. *Mezhdunar. nauch. zhurnal «Acta Universitatis Pontica Euxinus»*, (3), 212–214 (in Bolhariia).
- [14] Tiurikova, I. S. (2012) [Technological aspects of production of extracts from walnuts of milk-wax maturity stage.]. *Obladnannia ta tekhnologii kharchovykh vyrobnytstv – Equipment and technology of food production*, (28), 63–69 (in Ukrainian).
- [15] Pavlyuk, I., Stadnytska, N., Jasicka-Misiak, B., Górka I., Wiczorek P.P., Novikov V. (2015) [A study of the Chemical Composition and Biological Activity of Extracts from Wild Carrot (*Daucus carota* L.) Seeds Waste]. *Research Journal of pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 6(2), 603-611 (in English).
- [16] Dmitrievskij, D. I., Nemiathykh, O. D. (2010). [Development of drugs for pediatrics: realities and prospects] *Farmatsevtichnyi kurier – Pharmaceutical Courier*, (3), 58-64 (in Ukrainian).
- [17] Nemiathykh, O. D. (2012). [Development of composition and technology of children's syrup "Aflufit"] *Ukrainskyi medychnyi almanakh – Ukrainian Medical Almanac*, 15(1), 101-104 (in Ukrainian).
- [18] Gudzenko, O. P., Nemyatikh, O. D., Yakovleva, L. V., Kotov, A. G., Bondar, S. I. (2010). *Ukraine Patent No. 92445*. Kyiv, Ukraine. Ukrainian Institute of Industrial Property.
- [19] Lukianchuk, I. I., Unhurian, L. M., Shevchenko, D. Yu. (2006). [Sugar syrup as a dispersion medium and BAS extractor from vegetable raw materials]. *Proceedings of the 1st International scientific and practical conf.: Naukovo-tekhnichnyi prohres i optymizatsiia tekhnolohichnykh protsesiv stvorennia likarskykh preparativ – Materials of the 1st International. scientific-practical conference: Scientific and technical progress and optimization of technological processes of drug development*, 62–63 (in Ukrainian).
- [20] Romeis, B. (1953). [Microscopic technics]. Moskva, USSR: Publishing house of foreign literature (in Russian).
- [21] Khodzhybaeva, S. M., Fylatova, O. F., Tyshchenko, A. A. (2000). [New Aspects of the Production and Control of Juglone]. *Khymyia pryrodnykh soedynenyi – Chemistry of Natural Compounds*, (3), 17–19 (in Ukrainian).
- [22] Tiurikova, I. S. (2012). [Influence of the degree of crushing of walnut fruits of the milk stage of ripeness on the quality of extraction of BAS]. *Prohresyvni tekhnika ta tekhnologii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli: zb. nauk. pr. KhDUKhT* (pp. 283–288) (in Ukrainian).
- [23] Tiurikova, I. S., Rybak, H. M., Plakhotin, V. Ya. (2009). Research on the development of technology for the production of extracts from walnuts. *Prohresyvni tekhnika ta tekhnologii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli: zb. nauk. pr. KhDUKhT* (pp. 198–204). (in Ukrainian).
- [24] Ostapchuk, M. V., Stankevych, H. M. (2006). [Mathematical modeling on PC]. Odessa, Ukraine: Druk (in Ukrainian).
- [25] Tiurikova, I. S. (2013). *Ukraine Patent No. 77238*. Kyiv, Ukraine. Ukrainian Institute of Industrial Property.
- [26] Tiurikova, I. S. (2014). *Ukraine Patent No. 88192*. Kyiv, Ukraine. Ukrainian Institute of Industrial Property.