

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

РОЙКО ОЛЬГА МИХАЙЛІВНА

УДК 664.6.612

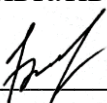
ДИСЕРТАЦІЯ

**РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МАРМЕЛАДНИХ ВИРОБІВ ДЛЯ
СПОРТСМЕНІВ СИЛОВИХ ВИДІВ СПОРТУ**

05.18.16 – технологія харчової продукції
Технічні науки


Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.


_____ О. М. Ройко

Науковий керівник:

Арсеньєва Лариса Юріївна,
доктор технічних наук, професор

Ідентичність всіх примірників дисертаційної роботи засвідчую
Вчений секретар спецради Д 26.058.07 к.т.н., доц.  О. А. Білик

Київ - 2021

АНОТАЦІЯ

Ройко О. М. Розроблення технології мармеладних виробів для спортсменів силових видів спорту. Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.16 – технологія харчової продукції – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2021р.

Дисертація присвячена науковому обґрунтуванню та розробці технології мармеладних виробів, для спортсменів силових видів спорту з використанням фітокомпозиції адаптогенної дії та екстрактів на її основі. Це дає можливість розширити асортимент функціональних продуктів спортивного харчування з підвищеним вмістом фітоадаптогенів, що є важливим питанням при підготовці спортсменів даних видів спорту.

Проаналізовано сучасні технології продуктів спортивного харчування, фізіологічну дію адаптогенів природного походження як функціональної складової продуктів спеціального призначення. На підставі анкетування спортсменів-важкоатлетів визначено кондитерські вироби мармеладної групи як базовий харчовий продукт для збагачення природними адаптогенами.

Показано, що листки гінкго білоба, аралії маньчжурської, елеутерококу колючого та ехінацеї пурпурової є джерелом біологічно активних речовин адаптогенної дії з високою антиоксидантною активністю, що робить їх привабливим джерелом для створення фітокомпозицій адаптогенної дії. З метою заготівлі обраної рослинної сировини визначено раціональні параметри її сушіння.

Оптимізовано рецептурний склад фітокомпозиції адаптогенної дії, визначено оптимальні параметри процесу екстрагування діючих речовин з неї. Розроблено відповідні параметри виробництва, технологічні схеми, технологічні карти. Встановлено раціональні режими та умови зберігання, досліджено показники якості та безпеки, визначено хімічний склад.

Обґрунтовано та проведено оптимізацію заміни в базовій рецептурі мармеладу «Золота осінь» лимонної кислоти на бурштинову, яка є природним адаптогеном, з коефіцієнтом перерахунку 1,74.

Досліджено вплив фітокомпозиції адаптогенної дії «Антистрес» та екстрактів на її основі на параметри драглеутворення, технологічні, структурно-механічні властивості, органолептичні та фізико-хімічні показники якості мармеладу, встановлено їх оптимальне дозування.

Розроблено рецептури та технології формового мармеладу з фітокомпозицією адаптогенної дії «Антистрес» та екстрактами на її основі, визначено показники якості та безпеки, хімічний склад, обґрунтовано тривалість та умови зберігання. Показано, що дослідні зразки порівняно з контролем мають підвищену кількість мінорних сполук, що підвищує їх біологічну цінність.

Проведено дослідження впливу желейно-фруктового формового мармеладу з порошком та екстрактами фітокомпозиції адаптогенної дії «Антистрес» на психоемоційний стан та показники тренуваності пауерліфтерів.

Розроблено програмний засіб для розрахунку вмісту мікро- та макронутрієнтів раціону, заданого користувачем, та порівняння його з добовими потребами.

Ключові слова: адаптогени, фітокомпозиція, силові види спорту, желейно-мармеладні вироби, екстракція, продукт спрямованої фізіологічної дії, програмний засіб.

СПИСОК ПРАЦЬ ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Ройко О. М. Обґрунтування та розробка технології екстрактів на основі фітокомпозиції «Антистрес» адаптогенного призначення / О. М. Ройко, Л. Ю. Арсеньєва, О. Ю. Ройко, О. П. Паламарчук // Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – 2019. – №4. – с. 111–116. (Журнал включено до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук)

2. Ройко О.М. Теоретичні передумови створення харчових продуктів спрямованої фізіологічної дії для спортсменів / О.М. Ройко, Л.Ю. Арсеньєва, О.П. Паламарчук // Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – 2018. – № 1. – с. 67–73. (Журнал включено до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук)

3. Ройко О.М. Реалізація програмного засобу для оцінки та корекції харчового статусу спортсменів / О.М. Ройко, Л.Ю. Арсеньєва, О.Ю. Ройко, О.П. Паламарчук // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – 2017. – Вип. 27. – с. 75–79. (Журнал включено до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук і індексується в міжнародних базах даних Universal Impact Factor, Open Academic Journals Index, входить до міжнародної наукометричної бази даних Index Copernicus)

4. Паламарчук Е.П. Потенциал некоторых растительных адаптогенов семейства Araliaceae Juss для использования в практике разработки функциональных продуктов специального назначения / Е.П. Паламарчук, О.М. Стешенко, Н.И. Джуренко // Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality. – 2016. – Вип. 1. – с. 346–352. (Стаття у міжнародному виданні Словацької Республіки)

5. Стешенко О.М. Дослідження фенольних сполук рослинних адаптогенів з метою внесення до рецептури функціональних харчових продуктів / О.М. Стешенко, Л.Ю. Арсеньєва, О.Ю. Ройко, О.П. Паламарчук // Науковий вісник

Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. – 2015. – Вип. 4. – с. 134–140. (Науковий вісник внесено в Перелік наукових фахових видань України з технічних наук)

6. Паламарчук О.П. Сучасні можливості комплексного використання лікарських рослин, перспективних для оптимізації адаптивного статусу людини / О. П. Паламарчук, Н. І. Джуренко, О. М. Стешенко, С. О. Четверня // *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*. – 2015. – Вип. II. – с. 521–526. (Стаття у міжнародному виданні Словацької Республіки)

7. Стешенко О.М. Встановлення оптимальних параметрів процесу екстракції фітоадаптогенної суміші / О.М. Стешенко, Л.Ю. Арсеньєва, О.П. Паламарчук, О.Ю. Ройко // *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького*. – 2014. – Вип. 2. – с. 182–192. (Науковий вісник внесено в Перелік наукових фахових видань України з технічних наук)

8. Стешенко О. М. Встановлення оптимальних параметрів процесу екстракції фітоадаптогенної суміші / О. М. Стешенко // *Canadian Journal of Science, Education and Culture*. – 2014. – No.2. (6), Vol. I. p. 452-456. (Стаття у міжнародному виданні Канади)

9. Стешенко О.М. та ін. Визначення параметрів екстракції фенольних сполук фітоадаптаційної суміші / О.М. Стешенко, Л.Ю. Арсеньєва // *Наукові праці ОНАХТ*. – 2014. – Вип 46, том 2. – с. 51-56.

10. Пат. 110576 Україна, МПК А61К 36/25. Спосіб одержання екстракту адаптогенної дії / О. М. Стешенко, Л. Ю. Арсеньєва, О. П. Паламарчук; заявник і власник Національний університет харчових технологій. – №а201412740; заявл. 27.11.14; опубл. 12.01.16, Бюл. №1, 2016.

11. Пат. 98029 Україна, МПК А61К 36/28. Спосіб одержання екстракту адаптогенної дії / О. М. Стешенко, Л. Ю. Арсеньєва, О. П. Паламарчук; заявник і власник Національний університет харчових технологій. – №u201412744; заявл. 27.11.14; опубл. 10.04.15, Бюл. №7, 2015.

12. Пат. 99201 Україна, МПК А23L2/00. Фітокомпозиція “антистрес” для спеціальних харчових продуктів спортивного харчування / О. М. Стешенко, Л. Ю. Арсеньєва, О. П. Паламарчук; заявник і власник Національний університет харчових технологій. – №u201412746; заявл. 27.11.14; опубл. 25.05.15, Бюл. №10, 2015.

13. Стешенко О. М. Дослідження хімічного складу листків *Echinacea Purpurea* Moench / О. М. Стешенко, Л. Ю. Арсеньєва, О. П. Паламарчук, Н. І. Джуренко // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека», К., 22-23 травня 2014 р. – К., 2014. – С. 86-87.

14. Стешенко О. М. Дослідження процесу екстракції пектинових речовин фітоадаптогенної суміші / О. М. Стешенко // Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, 19-20 листопада 2014 р.. – Тернопіль, 2014. – С. 292-293.

15. Стешенко О. М. Дослідження біологічно активних вторинних метаболітів *Ginkgo Biloba* L / О. М. Стешенко, Л. Ю. Арсеньєва, О. П. Паламарчук // Збірник праць за підсумками IV Міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства», К., 15-16 травня 2014 р. – К., 2014. – С. 172-173.

16. Стешенко О. М. До питання класифікації харчових продуктів для спортсменів спрямованої фізіологічної дії / О. М. Стешенко, Ю. А. Деменко, Л. Ю. Арсеньєва // Програма і матеріали 80 міжнародної наукової конференції молодих учених аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування у ХХІ столітті», К.НУХТ, 10-11 квітня 2014 р. – К., 2014. – С. 79-80.

17. Стешенко О. М. Визначення параметрів екстрагування фітоадаптогенної суміші / О. М.Стешенко // Збірник тез Міжнародної науково-технічної конференції «Якість і безпека харчових продуктів», К, 14-15 листопада 2013 р. – К, 2013. – С. 197-199.

18. Olga Steshenko Perspectives of products creation with adaptation effect for sportsmen / Olga Steshenko Larisa Aresenieva // The Second North and East European Congress on Food «NEEFood – 2013», Kyiv., 26 – 29 May 2013, Kyiv, Ukraine.

19. Стешенко О. М. Використання креатину в харчуванні спортсменів / О. М. Стешенко // Програма і матеріали 78 міжнародної наукової конференції молодих учених аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування у XXI столітті», К., 2-3 квітня 2012 р. – К.: НУХТ, 2012. – Ч.1. – С. 38-39.

20. Стешенко О. М. Перспективи створення функціональних харчових продуктів для спортсменів / О. М. Стешенко, Л. Ю. Арсеньєва // Матеріали тез II науково-технічної конференції студентів «Технології харчових виробництв та сучасні методи інтенсифікації технологічних процесів» 26 жовтня 2011 р., Луганськ; «Елтон-2», 2011. – с. 8-9.

21. Ройко О. М. Дослідження діючих речовин в рослинних адаптогенах родини Araliaceae / О.М. Ройко, Л. Ю. Арсеньєва, О. П. Паламарчук // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Planta +. Наука, практика та освіта», К, 19 лютого 2021 р. – К., 2021. – С. 162-165.

22. Стешенко О. М. Розроблення функціонального топінгу антиоксидантного спрямування для спортсменів / О. М. Стешенко, А. О. Башта // Тези доповідей всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів «Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, готельного, ресторанного господарств і торгівлі», Харків, 23 березня 2011 р. – Харків, 2011. – С. 145.

Особистий внесок: здобувача полягає в аналізі проблеми, визначенні та розв'язанні завдань, систематизації аналітичних досліджень, плануванні і проведенні експериментальних досліджень, аналізі, узагальненні та інтерпретації отриманих результатів, встановленні закономірностей, формулюванні висновків, підготовці матеріалів досліджень до публікацій, розробці нормативної документації, патентів, впровадженні розроблених продуктів у виробництво і харчові раціони спортсменів.

ANNOTATION

Roiko O. M. Development of technology of marmalade for power sports athletes. Manuscript.

The thesis for the degree of candidate of technical sciences, specialty 05.18.16 – Technology of food products – National University of Food Technology, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2021.

The thesis is dedicated to the scientific rationale and development of technologies of food products for special purposes, in particular, jelly-marmalade products, for power sports athletes with the usage of functional phyto-composition of adaptogen action and extracts, which are based on it. This gives the possibility to enlarge the assortment of functional products for sports nutrition with enriched phyto-adaptogen content, which constitutes the essential issue during the training of such athletes.

We have analyzed modern technologies of food products, physiological action of adaptogens of natural origin as a functional component of food products for the special purpose. Based on the questionnaire of the athletes, the confectionery of the jelly-marmalade group has been identified as a basic food product for enrichment with natural adaptogens.

It has been proven that the leaves of Ginkgo Biloba, Manchurian Aralia, Eleutherococcus Senticocus, and Echinacea purpurea are a source of biologically active substances of adaptogenic action with high antioxidant activity, which makes them an attractive source for creating phyto-compositions of adaptogenic action. To harvest the above-mentioned vegetable raw materials, the rational parameters of its drying have been determined.

The prescription composition of the functional phyto-composition of adaptogenic action has been optimized and there have been defined the optimal parameters for the extraction process of active substances. Appropriate production parameters, technological schemes, technological maps have been developed. Rational regimes and storage conditions have been established, quality and safety indicators have been investigated, and the chemical composition has been determined.

The substitution in the basic recipe of marmalade "Golden Autumn" of citric acid for succinic acid, which is a natural adaptogen, with a conversion factor of 1.74 has been substantiated and carried out.

We have studied the influence of the phytocomposition "Antistress" with the adaptogenic action and extracts based on it on the parameters of gem formation, technological, structural, and mechanical properties, organoleptic and physicochemical indicators of marmalade quality, the optimal dosage of the phytocomposition.

Formulations and technologies of shaped marmalade with a phytocomposition of adaptogenic action "Antistress" and extracts based on it have been developed, quality and safety indicators and the chemical compositions have been determined, duration and storage conditions have been substantiated. It has been proven that the experimental samples have an increased number of minor compounds in comparison with the control sample, which increases their biological value.

It has been carried out the study of the effect of jelly-fruit formed marmalade with powder and extracts of phytocomposition of adaptogenic action "Antistress" on the psycho-emotional state and fitness indicators of power sports athletes.

A software application has been designed to calculate the content of micro- and macronutrients in the diet set by the user and compare it with daily needs.

Keywords: adaptogens, functional phytocomposition, power sports, jelly-marmalade products, extraction, a product of directed physiological action, software application.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Вступ..... | 14 |
| Розділ 1. Теоретичні передумови та досвід створення харчових продуктів для спортивного харчування, збагачених фітоадаптогенами..... | 21 |
| 1.1. Моніторинг сучасного ринку продуктів спортивного харчування..... | 21 |
| 1.2. Адаптогени: особливості фізіологічної дії, характеристика продукції з їх використанням..... | 33 |
| 1.3. Сучасні технології желеино-мармеладних виробів з використанням фітодобавок..... | 49 |
| Висновки до Розділу 1 | 54 |
| Розділ 2. Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень | 55 |
| 2.1. Характеристика сировини | 55 |
| 2.2. Методи досліджень | 57 |
| 2.2.1. Методи досліджень сировини..... | 57 |
| 2.2.2. Методи досліджень ФК адаптогенної дії та екстрактів на її основі | 59 |
| 2.2.3. Методи досліджень мармеладних виробів | 60 |
| 2.3. Методи математичного оброблення експериментальних даних..... | 61 |
| Висновки до Розділу 2 | 62 |
| Розділ 3. Наукове обґрунтування та розроблення технології фітокомпозиції адаптогенної дії та екстрактів на її основі..... | 64 |
| 3.1. Обґрунтування рецептурного складу фітокомпозиції адаптогенної дії..... | 64 |
| 3.1.1. Вибір рослинної сировини для створення фітокомпозиції адаптогенної дії | 64 |
| 3.1.2. Вибір раціональних режимів сушіння рослинної сировини адаптогенної дії | 70 |
| 3.1.3. Дослідження хімічного складу сушеної рослинної сировини..... | 78 |
| 3.1.4. Оптимізація рецептурного складу ФК адаптогенної дії | 85 |

| | |
|--|-----|
| 3.1.5. Рецептура, технологія, показники якості та безпеки, хімічний склад, умови зберігання ФК | 89 |
| 3.2. Визначення оптимальних параметрів процесу екстрагування діючих речовин з ФК адаптогенної дії..... | 97 |
| 3.3. Рецептура, технологія, показники якості, безпеки, хімічний склад, умови зберігання екстрактів з ФК | 114 |
| Висновки до Розділу 3 | 121 |
| Розділ 4. Розроблення технології мармеладних виробів адаптогенної дії для спортсменів силових видів спорту | 124 |
| 4.1. Обґрунтування та математичне моделювання базової рецептури мармеладу з бурштиною кислотою | 124 |
| 4.2. Обґрунтування та математичне моделювання рецептур та технологічних параметрів формового мармеладу адаптогенної дії з ФК «Антистрес».... | 136 |
| 4.2.1. Визначення впливу ФК на процес драглеутворення і якість мармеладу | 136 |
| 4.2.2. Оптимізація рецептурного складу формового мармеладу з бурштиною кислотою та ФК «Антистрес»..... | 141 |
| 4.2.3. Розроблення рецептури та технології формового мармеладу з ФК «Антистрес»..... | 145 |
| 4.2.4. Показники якості та безпеки, хімічний склад мармеладу з ФК «Антистрес»..... | 148 |
| 4.2.5. Обґрунтування умов та термінів зберігання формового мармеладу з ФК «Антистрес» | 152 |
| 4.3. Обґрунтування та розроблення технології формового мармеладу з екстрактами ФК «Антистрес»..... | 154 |
| 4.3.1. Обґрунтування рецептурного складу формового мармеладу з бурштиною кислотою та екстрактами ФК «Антистрес» | 154 |
| 4.3.2. Розроблення рецептури та технології формового мармеладу з екстрактами ФК «Антистрес»..... | 160 |

| | |
|---|-----|
| 4.3.3. Показники якості та безпеки, хімічний склад формового мармеладу з екстрактами ФК «Антистрес» | 162 |
| 4.3.4. Обґрунтування умов та термінів зберігання формового мармеладу з екстрактами ФК «Антистрес»..... | 166 |
| 4.4. Дослідження впливу желеино-фруктового формового мармеладу з порошком та екстрактами ФК «Антистрес» на психоемоційний стан та показники тренованості пауерліфтерів..... | 169 |
| Висновки до Розділу 4 | 172 |
| Розділ 5. Розроблення програмного засобу для оцінки харчового статусу спортсменів | 174 |
| Висновки до Розділу 5 | 188 |
| Загальні висновки..... | 189 |
| Список використаних літературних джерел | 191 |

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

БК – бурштинова кислота

ЛРС – лікарська рослинна сировина

ФК – фітокомпозиція

ЗРГ – заклад ресторанного господарства

ЦНС – центральна нервова система

ПОЛ – перекисне окиснення ліпідів

ПР – пектинові речовини

БД – база даних

ПЗ – програмний засіб

ВСТУП

Актуальність теми. Одним із важливих факторів забезпечення високих результатів та здоров'я спортсмена є його раціональне і збалансоване харчування – потужний фактор мобілізації резервів організму, стимуляції адаптаційних процесів, підвищення працездатності та фізичних можливостей і, відповідно, зростання спортивних результатів.

Високі фізичні та нервово-емоційні напруження, якими характеризується підготовка спортсменів, призводять до виснаження ресурсів енергетичних та біологічно активних речовин. Для того, щоб забезпечити організм спортсмена усіма необхідними нутрієнтами, до раціону включають продукти «спортивного харчування», тобто продукти підвищеної біологічної цінності, дієтичні добавки, концентрати біологічно активних речовин та їх премікси, а також функціональні харчові продукти, до складу яких у концентрованому вигляді входять всі необхідні харчові інгредієнти.

Нині в Україні популярні силові види спорту, зокрема важка атлетика, пауерліфтинг та стронгмен. Тренування навіть початківця «спортсмена-силownika» характеризуються надвисокими фізичними навантаженнями. В зв'язку з цим для спортсменів цієї групи питання забезпечення раціонального харчування стоїть особливо гостро. Надзвичайно важливим при цьому є забезпечення адаптаційного та антиоксидантного потенціалу організму. Виходячи з того, що використання синтетичних речовин має низку побічних ефектів та протипоказань, увага дослідників у спортивній фармакології все частіше спрямовується на застосування природних субстанцій. Особливої уваги серед природних адаптогенів заслуговують адаптогени рослинного походження (фітоадаптогени). Їх випускають у вигляді таблеток, сиропів, настоїв, дієтичних добавок тощо. Однак, набувають розвитку технології харчових продуктів спеціального призначення з використанням фітоадаптогенів.

Питання розроблення спеціальних харчових продуктів для спортсменів висвітлено у працях Є.В. Бондаренко, М.І. Волкова, О.С. Кулієнкова,

Ю.М. Мотузки, С.А. Олійника, З.Г. Орджонікідзе, Н.В. Притульської, Р.Д. Сейфулли, Л.І. Сєногонової, В.І. Смоляра, В.М. Смульського, Р.С. Суздальського, Тутельяна В.О., О. Циганенка, Е. Coleman, Р. Lemon, J. Wilmore, M. Williams та ін.

Проте, впровадження технологій функціональних харчових продуктів для спортсменів з використанням фітоадаптогенів залишається актуальним науково-практичним завданням. Для розв'язання такого завдання було обрано групу мармеладних кондитерських виробів, які мають великий попит у всіх верств населення, характеризуються високими споживчими властивостями та енергетичною цінністю, проявляють детоксикаційну функцію, можуть використовуватись у щоденному харчуванні, мають відносно високі терміни зберігання, зручні у споживанні.

Питанням розробки желеино-мармеладної продукції з використанням нетрадиційної сировини присвячені праці багатьох вітчизняних вчених, зокрема А.М. Дорохович, М.В. Артамонової, А.Д. Салавеліс, А.О. Башти, Л.А. Золотарьової, Н.Ф. Туз та інших.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконувалися відповідно до пріоритетного напрямку науково-інноваційної діяльності Національного університету харчових технологій «Розроблення технологій харчових продуктів оздоровчої та профілактичної дії» згідно з держбюджетною темою «Формування і контроль якості і безпечності інноваційних харчових продуктів» (0113U001429).

Мета і завдання досліджень. Метою дисертаційної роботи є розроблення технології мармеладних виробів для спортсменів силових видів спорту з використанням фітокомпозиції (ФК) адаптогенної дії та екстрактів на її основі.

Відповідно до мети роботи визначено такі завдання:

- проаналізувати сучасні технології продуктів спортивного харчування та асортимент дієтичних добавок для їх створення, фізіологічну дію

адаптогенів природного походження як функціональної складової продуктів спеціального призначення;

- здійснити вибір рослинної сировини для створення ФК адаптогенної дії, визначити раціональні параметри її сушіння, хімічний склад, антиоксидантну активність;

- розрахувати та оптимізувати рецептурний склад ФК адаптогенної дії з обраної рослинної сировини, розробити технологічну схему, встановити параметри виробництва та раціональні режими зберігання, дослідити показники якості та безпеки, хімічний склад;

- визначити оптимальні параметри процесу екстрагування діючих речовин з ФК адаптогенної дії;

- розробити технологічну схему екстрактів на основі ФК адаптогенної дії, дослідити показники якості та безпеки, хімічний склад отриманих екстрактів, терміни та умови зберігання;

- обґрунтувати та провести оптимізацію заміни в базовій рецептурі мармеладу «Золота осінь» лимонної кислоти на бурштинову, яка є природним адаптогеном;

- дослідити вплив ФК адаптогенної дії та екстрактів на її основі на параметри драглеутворення, технологічні, структурно-механічні властивості, органолептичні та фізико-хімічні показники якості мармеладу;

- встановити оптимальне дозування у рецептурі мармеладу ФК адаптогенної дії та екстрактів на її основі, розробити відповідні рецептури та технології, дослідити показники якості та безпечності, хімічний склад, обґрунтувати умови та терміни зберігання;

- дослідити вплив розробленого желеино-фруктового формового мармеладу з порошком та екстрактами ФК адаптогенної дії на психоемоційний стан та показники тренованості пауерліфтерів;

- розробити програмний засіб для розрахунку енергетичної цінності, вмісту мікро та макронутрієнтів раціону, заданого користувачем, та порівняння його з добовими потребами організму.

Об'єкт дослідження – технологія мармеладних виробів функціонального призначення для спортсменів силових видів спорту адаптогенного призначення.

Предмет дослідження – хімічний склад та технологічні властивості рослинної сировини адаптогенної дії (аралія маньчжурська, ехінацея пурпурова, гінкго дволопатево, елеутерокок колючий), ФК адаптогенної дії та екстрактів на її основі, мармеладних виробів з ФК та екстрактами.

Методи досліджень – органолептичні, хімічні, фізико-хімічні, мікробіологічні, медико-біологічні, методи математичного моделювання та математико-статистичного оброблення результатів.

Наукова новизна отриманих результатів: У роботі комплексно розв'язано науково-практичне завдання з розроблення технології мармеладних виробів для спортсменів силових видів спорту. Для цього:

вперше:

- науково обґрунтовано та оптимізовано за вмістом фенольних сполук та загальною антиоксидантною активністю співвідношення сухих листів аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової, гінкго дволопатевого, елеутерококу колючого як компонентів функціональної фітокомпозиції адаптогенної дії;

- оптимізовано кількісний вміст бурштинової кислоти як природного адаптогену у разі заміни нею лимонної в рецептурах мармеладних виробів;

набули подальшого розвитку:

- наукові підходи до класифікації продуктів спортивного харчування, зроблено власну класифікацію – за фізіологічною дією;

- обґрунтування параметрів екстрагування фенольних та пектинових речовин з рослинної сировини фітокомпозиції адаптогенної дії;

- наукове обґрунтування зменшення рецептурного дозування пектину в мармеладних виробках – у разі внесення розробленої фітокомпозиції – на 24%, екстрактів з ФК – на 11-17%;

- спостереження психоемоційного стану та показників тренуваності пауерліфтерів у період споживання рослинних адаптогенів, зокрема встановлено,

що в спортсменів, що споживали розроблені зразки желеино-фруктового формового мармеладу з порошком та екстрактами ФК адаптогенної дії показник самопочуття підвищився на $20\pm 5\%$, активності – на $25\pm 6\%$, настрою – на $14\pm 1\%$, а показники тренуваності зросли на $25\pm 8\%$.

Практичне значення одержаних результатів. Науково обґрунтовано доцільність та експериментально доведено ефективність використання ФК адаптогенної дії та екстрактів на її основі для спортсменів силових видів спорту, а також мармеладних виробів, збагачених порошком ФК адаптогенної дії та екстрактами на її основі.

Розроблено проекти нормативної документації на нові мармеладні вироби для спортсменів, збагачені ФК адаптогенної дії та екстрактами на її основі: технологічні карти «Мармелад желеино-фруктовий формовий з фітокомпозицією адаптогенної дії «Антистрес»», «Мармелад желеино-фруктовий формовий з водним екстрактом фітокомпозиції адаптогенної дії «Антистрес»», «Мармелад желеино-фруктовий формовий з водно-спиртовим екстрактом фітокомпозиції адаптогенної дії «Антистрес». Це сприятиме розширенню асортименту функціональних продуктів спортивного харчування.

Розроблено програмний засіб для розрахунку енергетичної цінності, вмісту мікро- та макронутрієнтів раціону, заданого користувачем, та порівняння його з добовими потребами організму спортсмена.

Результати досліджень використовуються у навчальному процесі Національного університету харчових технологій та Відокремленого структурного підрозділу «Волинський фаховий коледж Національного університету харчових технологій» під час викладання дисциплін «Фізіологія харчування», «Основи нутриціології», «Харчові та дієтичні добавки, прянощі та приправи», «Технологія виробництва кулінарної продукції», «Харчові технології».

Одержано два патенти на корисну модель: «Функціональна фітокомпозиція «Антистрес» для спеціальних харчових продуктів спортивного харчування» № 99201, «Спосіб одержання фітоекстракту адаптогенної дії» №98029 та патент на винахід «Спосіб одержання фітоекстракту адаптогенної дії»

№110576. Розроблено технологічні карти «Фітокомпозиція «Антистрес»», «Водний екстракт фітокомпозиції «Антистрес»», «Водно-спиртовий екстракт фітокомпозиції «Антистрес»», «Мармелад желейно-фруктовий формовий з фітокомпозицією «Антистрес»», «Мармелад желейно-фруктовий формовий з водним екстрактом фітокомпозиції «Антистрес»», «Мармелад желейно-фруктовий формовий з водно-спиртовим екстрактом фітокомпозиції «Антистрес»».

Проведено дослідження впливу розроблених мармеладних виробів на психоемоційний стан та показники тренуваності пауерліфтерів в умовах спортивної команди «VolynStrenght».

Результати наукових досліджень апробовано в умовах виробництва закладів ресторанного господарства м. Луцька, зокрема рекреаційному комплексу «Срібні лелеки» (2019 р.), ресторані-кондитерській «Круаж» (2020 р.).

Особистий внесок здобувача полягає в аналізі проблеми, визначенні та розв'язанні завдань, систематизації аналітичних досліджень, плануванні і проведенні експериментальних досліджень, аналізі, узагальненні та інтерпретації отриманих результатів, встановленні закономірностей, формулюванні висновків, підготовці матеріалів досліджень до публікацій, розробці нормативної документації, патентів, впровадженні розроблених продуктів у виробництво і харчові раціони спортсменів.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались на всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених і студентів «Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, готельного, ресторанного господарства і торгівлі» (м. Харків, 2011 р.), II Науково-практичній конференції студентів, магістрантів, аспірантів «Технології харчових виробництв та сучасні методи інтенсифікації технологічних процесів» (м. Луганськ, 2011 р.), 78-й Міжнародній конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (м. Київ, 2012 р.), VI Міжгалузевій міжнародній науково-практичній конференції «Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини» (м. Донецьк, 2013 р.), Другому Північно та Східно-

Європейському Конгресі з Харчової Науки (NEEFood-2013) (м. Київ, 2013 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Якість і безпека харчових продуктів» (м. Київ, НУХТ, 2013 р.), 80-ій Науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (м. Київ, 2014 р.), IV Міжнародній науково-практичній конференції вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства» (м. Київ, 2014 р.), Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 130-річчю НУХТ «Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека» (м. Київ, 2014 р.), XV Міжнародній науково-практичній конференції-експозиції «Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв» (м. Харків, 2014 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Planta +. Наука, практика та освіта» (м. Київ, 2021 р.).

Публікації. За результатами досліджень, викладеними у дисертаційній роботі, опубліковано 22 наукові праці, у тому числі 6 статей у наукових фахових виданнях, 3 у міжнародних виданнях, 10 тез доповідей та матеріалів наукових конференцій, 2 патенти України на корисну модель, 1 патент на винахід.

Структура дисертації та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних літературних джерел, що містить 265 найменувань, 8 додатків. Основні матеріали викладено на 190 сторінцях друкованого тексту, 52 рисунках і в 78 таблицях.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ТА ДОСВІД СТВОРЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ, ЗБАГАЧЕНИХ ФІТОАДАПТОГЕНАМИ

1.1. Моніторинг сучасного ринку продуктів спортивного харчування

Досягнення у світовому спорті підвищуються з кожним роком. Імідж кожної країни деякою мірою залежить від результатів її спортсменів на міжнародній арені, тому вимоги до їхньої підготовки також підвищуються. Високий рівень спортивних досягнень потребує від спортсменів постійних тренувань, які характеризуються високими фізичними та психоемоційними навантаженнями [1–6]. З підвищенням фізичної активності в організмі спортсмена виникають зміни метаболічних процесів [4, 6, 7], активація пероксидного окиснення ліпідів [1, 3], в результаті чого накопичуються вільнорадикальні форми кисню [3, 5, 8, 9], інтенсивно виснажуються запаси енергетичних ресурсів (білків, жирів та вуглеводів), мінеральних речовин, вітамінів [7, 9]. Як наслідок, знижуються працездатність [8, 10], опірність організму різним захворюванням [10], адаптаційні можливості [3, 5, 8] і навіть виникають серйозні порушення стану здоров'я [3, 6]. В зв'язку з цим важливо вчасно і в достатній кількості поповнити організм спортсмена всіма необхідними нутрієнтами, особливо есенціальними, а також розробити обґрунтовану систему підготовки до інтенсивних тренувань і високих фізичних та нервово-емоційних напружень.

Дослідженнями показано [11], що серед спортсменів 12% мають відхилення у стані здоров'я, які на 1/5 обумовлені або пов'язані з їх харчуванням. У сучасній системі спортивної підготовки харчування розглядається як один з провідних факторів, що обумовлює високу результативність спортсменів [1, 3–5, 7, 11–15]. З вищевикладеного випливає, що забезпечення спортсмена раціональним харчуванням є актуальним питанням.

У дні найбільш напружених тренувальних і змагальних навантажень добові витрати енергії у спортсменів можуть становити більше 7000 ккал. Для того, щоб створити збалансовану дієту, яка поповнить такі значні витрати

енергії, необхідно [11] рекомендувати застосування на день по 5-6 кг вуглеводних продуктів (страв з макаронів і крупів, хліба, солодоців), 2-3 кг м'ясних продуктів, кілька кілограмів овочів і фруктів під час традиційного режиму харчування (сніданок, обід, вечеря). У той же час споживання збільшеної кількості їжі в добовому раціоні спортсменів спричиняє надмірне навантаження на травну і ендокринну системи організму. Це, в свою чергу, призводить до підвищення ризику розвитку аліментарних захворювань та накопичення токсинів, що надходять з їжею [8, 11]. Необхідно врахувати також той факт, що до раціону спортсмена, крім звичних мінорних речовин (вітамінів, вітаміноподібних і мінеральних речовин), необхідно включати також специфічні речовини, такі як глюкозамін, орнітин, карнітин, креатин і т. д., вміст яких в харчових продуктах дуже невеликий. Так, щоб забезпечити денну дозу креатину – це найбільш популярна харчова добавка, спортсмену необхідно споживати щоденно по 750 г оселедця або 1,3 кг лосося або випивати по 60 л молока. Така ж ситуація складається і з іншими мікронутрієнтами. Тому для забезпечення організму спортсмена адекватною кількістю всіх харчових речовин до раціону спортсменів вносять спеціальні харчові продукти.

В літературних джерелах [12, 16, 17] харчові продукти для спортсменів об'єднано терміном «спортивне харчування», що включає традиційні харчові продукти, продукти підвищеної біологічної цінності, біологічно активні харчові добавки, а також білкові, вуглеводні, вітамінні, мінеральні концентрати та їх премікси, які спочатку були розроблені медиками і фармакологами для хворих людей, а вже потім з конкретними рекомендаціями впроваджені у практику харчування спортсменів, а також функціональні харчові продукти, до складу яких у концентрованому вигляді входять всі необхідні харчові інгредієнти [18].

Сьогодні вітчизняний ринок продуктів спортивного харчування набуває розвитку, а, отже, асортимент продуктів розширюється. У зв'язку з цим, актуальними стають аналітичні дослідження існуючих технологій виробництва продуктів для спортсменів з метою створення виробів спрямованої фізіологічної дії.

Перші наукові дослідження з розробки продуктів для спортсменів проводилися під керівництвом професора Яковлева М. М. у 40-х роках. У своїх монографіях Яковлев М. М. вперше у вітчизняній та іноземній літературі сформулював концепцію індивідуалізації харчування, створив основу для розробки технологій продуктів підвищеної біологічної цінності. В результаті досліджень були розроблені рецептура і технологія білоквмісних кондитерських виробів з використанням казеїну як основного збагачувача, молочний мармелад «Рекорд» з підвищеним вмістом кальцію і фосфору, печиво «Спартак» з масовою часткою білка 10, 40 і 55% відповідно до маси рецептурної суміші, вуглеводно-мінеральні напої «Олімпія» і «Вікторія», які містили вуглеводи, мінеральні солі, вітаміни, органічні кислоти [4, 5, 11].

В розвиток даного наукового напрямку у 70-80-х роках минулого століття розроблено технології продуктів підвищеної біологічної цінності різного метаболічного спрямування для спортсменів. Так, були створені, апробовані і застосовані на практиці такі продукти: халва «Бадьорість», «Горіхово-білковий концентрат», «Синтез», вуглеводно-мінеральний напій «Анти стрес» та інші. Значення спеціалізованих харчових продуктів для підвищення фізичної працездатності спортсменів, які були сформульовані Яковлевим М.М., Рогозкіним В. А. та Пшендіним А. І. і дотепер не втратили своєї актуальності [11].

Нині дослідженням в сфері створення нових і удосконалення сучасних технологій виробництва спеціальних харчових продуктів в спортивній практиці присвячено роботи вітчизняних і зарубіжних науковців, таких як Смоляр В.І., Кулінінков О.С., Волков М.І., Смульський В.М., Олійник С. А., Суздальський Р.С., Тутельян В.О., Сейфулла Р. Д., Орджонікідзе З. Г., Притульська, Бондаренко, Сєногонова Л. І., Циганенко О., Coleman E., Lemon P., Wilmore J., Williams M. і ін.

Якщо аналізувати сучасний вітчизняний ринок спортивного харчування, то виходить, що асортимент харчових продуктів для спортсменів, в основному, представлений сухими сумішами певного фізіологічного спрямування, зокрема з вмістом карнітину, креатину, амінокислот з розгалуженими ланцюгами, мінеральних

речовин, вітамінів, сульфату глюкозаміну, а також жувальними пігулками, рецептурними композиціями для напоїв тощо. Проте, сьогодні ринок продуктів для спортсменів розвивається за рахунок функціональних харчових продуктів, а не харчових добавок, які не завжди є натуральними і безпечними для здоров'я людини.

В зв'язку з тим, що питання розроблення продуктів спортивного харчування в Україні є актуальним, нами було проведене анкетування серед спортсменів-важкоатлетів щодо вибору ними продукції спеціального призначення. Анкетування здійснювалось в режимі on line з використанням сервісу Google Forms. Екран тестування зображено на рис. 1.1, шаблон запропонованої анкети наведено у додатку А.

Анкетування спортсменів-важкоатлетів щодо вибору ними харчових продуктів спеціального призначення

*Обов'язкове поле

1. Вік *

Вибрати

2. Стать *

Чоловік

Жінка

3. Чи вживаєте Ви продукти спортивного харчування? *

Так

Ні

4. Як часто Ви споживаєте продукти спортивного харчування?

Щодня перед тренуванням

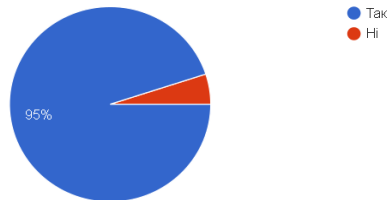
Рис. 1.1. Екран тестування

В опитуванні взяли участь 60 респондентів-важкоатлетів різного віку і різної кваліфікації.

За результатами дослідження можна зробити висновок, що 95% опитаних споживають продукти спортивного харчування (рис. 1.2а), 63,2% роблять це постійно (рис. 1.2б). Якщо аналізувати фінансову сторону питання, то 54,4% опитаних витрачають 500-700 грн щомісяця на продукти спортивного харчування, 5,3% витрачають більше 1000 грн., 7,0% - до 200 грн (рис. 1.2в).

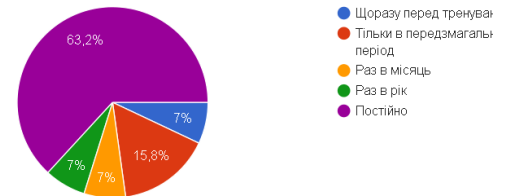
При виборі продуктів спортивного харчування спортсмени користуються, в основному, порадами тренера (75,0%), інформацією з Інтернету (66,7%) та порадами друзів (54,6%) (рис. 1.2г).

3. Чи вживаєте Ви продукти спортивного харчування?
60 відповідей



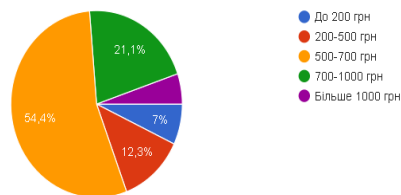
а)

4. Як часто Ви споживаєте продукти спортивного харчування?
57 відповідей



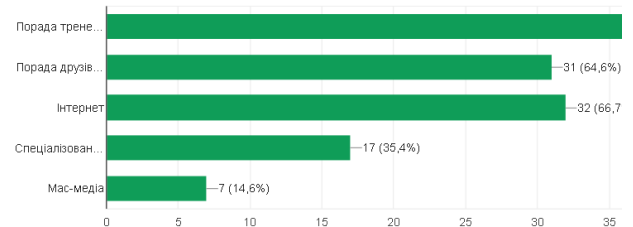
б)

6. Скільки грошей на місяць ви витрачаєте на продукти спортивного харчування?
57 відповідей



в)

8. Яким джерелом інформації Ви користуєтесь при виборі продуктів спортивного харчування?
48 відповідей



г)

Рис. 1.2. Результати анкетування спортсменів-важкоатлетів: а) щодо вживання продуктів спортивного харчування, б) щодо частоти споживання продуктів спортивного харчування, в) щодо кількості грошей, яку витрачають спортсмени на продукти спортивного харчування, г) щодо джерела інформації яким користуються при виборі продуктів спортивного харчування

На сьогоднішній день існують умовні класифікації продуктів спортивного харчування. Однак, існуюча систематизація даних щодо асортименту продуктів для спортсменів стосується зазвичай БАХД. Однак, збагачені харчові продукти потребують іншого підходу до їх класифікації.

Найчастіше продукти для спортсменів групують за складом (білкові, білково-вуглеводні, вуглеводно-мінеральні, вітамінно-мінеральні, біологічно активні добавки) [12, 16, 17].

Професор Московського державного університету прикладної біотехнології Е.С. Токаєв [19] розробив свою систему класифікації, за якою поділив усі

продукти на 4 групи відповідно до їх призначення: напої, продукти заданого хімічного складу, спеціалізоване харчування, базове харчування. Окрім того, для кожної групи продуктів він виділив форму випуску та види продуктів.

Іншу класифікацію [16] продуктів за складом запропонував персональний тренер футбольного клубу "Стимул" (м. Москва) Коробіцин М.І.: амінокислоти, полівітаміни, білкові концентрати (протеїн), гейнери (суміш білкових концентратів і вуглеводів), жироспалювачі на основі L-карнітину, добавки направленої регенеруючої дії.

У країнах Європи, відповідно до рекомендації Наукового комітету з питань харчування Європейської комісії від 2001 р. (Scientific Committee on Food of European Commission) [17], всі продукти для харчування спортсменів поділяють на 4 категорії:

- категорія А – багаті на вуглеводи енергетичні харчові продукти;
- категорія В – вуглеводно-електролітні розчини;
- категорія С – білки та білкові компоненти;
- категорія D – біологічно-активні добавки до їжі (есенційні нутрієнти та інші компоненти їжі).

Товарознавча класифікація продуктів для спортсменів, розроблена Бондаренко Є. В., включає в себе поділ продуктів на функціональні, технологічні та спеціальні [8, 17].

Також існує класифікація продуктів спортивного харчування за призначенням [16, 17] (для корегування маси тіла, розвитку м'язової маси, пришвидшення процесів відновлення організму, захисту суглобів і зв'язок, регуляції водно-сольового обміну тощо).

Основним недоліком розроблених класифікацій є те, що вони ґрунтуються на хімічному складі продукту (білкові, вітамінні тощо), однак, спортсмен не завжди знає, якими саме мікронутрієнтами необхідно збагачувати свій раціон. Спортсмени високих категорій часто мають у своїх командах лікарів, які можуть проконсультувати їх з даного питання. Спортсмени-початківці та спортсмени-любители такої можливості не мають, їх вибір спортивної добавки

ґрунтується зазвичай на порадах тренерів, друзів або інформації, прочитаної в мережі Інтернет, що підтверджується дослідженнями [20]. Це часто призводить до неправильного вибору спортивних добавок і, як наслідок, погіршенню здоров'я спортсмена та, відповідно, результатів.

Ще одним недоліком запропонованих класифікацій є те, що вони не охоплюють повного асортименту продуктів спортивного харчування та не включають функціональні харчові продукти, які на сьогоднішній день набувають великої популярності.

Нами проаналізовано асортимент вітчизняних функціональних продуктів для спортсменів, який окреслено у вигляді класифікації (рис. 1.3).

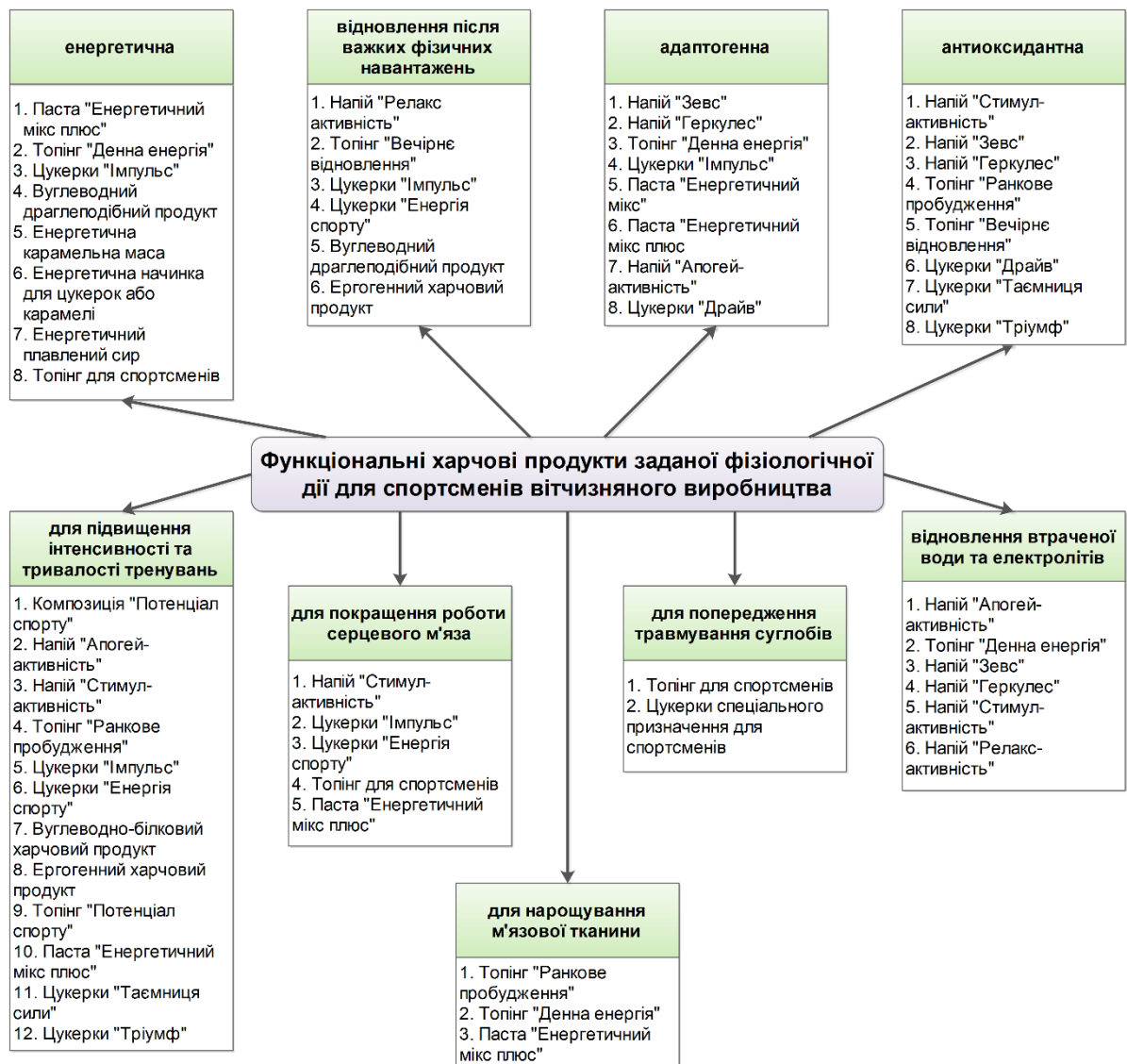


Рис. 1.3. Класифікація функціональних харчових продуктів спортивного харчування

За основу взято класифікацію продуктів спортивного харчування за призначенням. Дана категорія була обрана внаслідок того, що основним критерієм вибору харчового продукту є спрямування його фізіологічної дії. Запропонована класифікація не тільки пропонує поділ функціональних продуктів спортивного харчування на групи, а також охоплює широкий асортимент функціональних продуктів та може бути доповненою в разі появи нових продуктів.

На нашу думку, така класифікація є найбільш раціональною. За результатами проведеного анкетування більшість спортсменів (31,7%) вважають, що найбільш вагомою є класифікація продуктів спортивного харчування за фізіологічною дією (рис.1.4).

9. Яку з класифікаційних ознак продуктів спортивного харчування Ви вважаєте найбільш вагомою?

60 відповідей

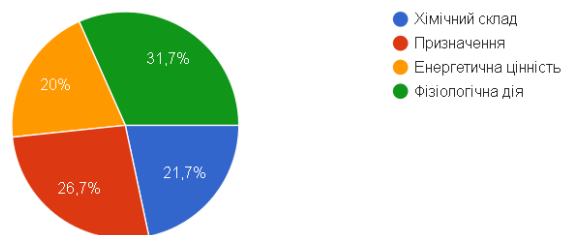


Рис. 1.4. Результати анкетування щодо класифікаційних ознак продуктів спортивного харчування

Якщо говорити про збагачені продукти для спортсменів, то найбільшого розвитку знайшли технології напоїв та кондитерських виробів.

Актуальність використання напоїв в раціонах харчування спортсменів пов'язана з тим, що в умовах тренувальної та змагальної діяльності вони втрачають велику кількість води. Інтенсивність потовиділення залежить від клімато-географічної зони, спрямованості фізичних навантажень, режиму харчування та індивідуальних особливостей організму. При цьому організм з потом втрачає значну кількість мінералів, мікроелементів та інших речовин [21–24].

Співробітниками кафедри експертизи продовольчих товарів КНТЕУ спільно з співробітниками лабораторії ергогенних чинників в спорті ДНДІФКС

розроблено і клінічно апробовано серію напоїв [2, 23, 25–28] «Стимул – активність», «Апогей–активність» і «Релакс-активність», що мають різну функціональну дію на організм спортсмена за рахунок використання в рецептурному складі лікарських рослин, концентратів плодово-ягідних соків, вітамінно-мінеральних комплексів, кофеїну, таурину, моноцукрів.

Науковцями запропоновано [22, 28] спортивні напої «Зевс» та «Геркулес», які містять у своєму складі вівсяний квас або вівсяний відвар, L-карнітин, бурштинову кислоту, кофеїн, фруктозу, вітамінно-мінеральний премікс (В₁, В₂, В₃, В₆, В₁₂, РР, С, Е, біотин, кальцій, магній, натрій, калій), фолієву кислоту, екстракт левзеї. Напої «Зевс» та «Геркулес» впроваджено у практику підготовки спортсменів збірної команди України з легкої атлетики і застосовано у змагальний період підготовки до Чемпіонату України та безпосередньої підготовки до участі у Іграх ХХІХ Олімпіади.

Співробітниками Державного науково-дослідного інституту фізичної культури і спорту Київського національного торговельно-економічного університету та Донецького національного університету економіки і торгівлі ім. Туган-Барановського розроблено морозиво [18] серії «Тайм-аут». Запропоноване морозиво відрізняється вологоутримуючими властивостями (що важливо в тренувально-змагальний період для підтримки працездатності). Для збагачення було вибрано морозиво пломбір, в якості збагачувача – харчова добавка Е 422 «Гліцерин», яка використовується в спортивній практиці для гіпергідратації організму спортсмена, а при виробництві морозива як емульгатор і речовина, яка здатна знижувати точку заморожування суміші.

Фахівцями Донецького національного університету економіки і торгівлі ім. Туган-Барановського розроблено рецептури топінгів (солодких соусів) [8, 18, 29–32] та функціональних композицій [8, 29, 33–35] для різних етапів психофізичного навантаження. Топінги можуть використовуватись як додаток до морозива, сирників, млинців, десертів тощо. Запропоновані композиції «Ранкове пробудження», «Денний енергія» і «Вечірнє відновлення» необхідно

приймати в певний проміжок доби, що обумовлено біоритмами спортсмена і певним складом композицій.

До композиції «Ранкове пробудження» входять [8, 18, 28, 34] L-карнітин, бурштинова кислота, кофеїн, сироп стевії, вітамін С. Наповнювач разом з топінгом рекомендовано вживати зранку перед тренуванням. Завдяки своїм складовим вони забезпечують підготовку організму спортсмена до високих фізичних навантажень: підвищують витривалість, тонус нервової системи, сприяють регенерації тканин, стимулюють ріст м'язової тканини та енергообмін, підвищують витривалість, мають антигіпоксичні та антиоксидантні властивості [18, 34].

До композиції «Денна енергія» входять [8, 18, 28, 33] екстракт левзеї, креатин, фолієва кислота, глюкоза, Na, K, Ca, Cl, Mn, Mg. Топінг краще вживати вдень у перерві між тренуваннями, що обумовлено здатністю покращувати адаптацію організму до підвищених навантажень, знижувати відчуття втоми, збільшувати м'язову масу, брати участь у синтезі амінокислот та утворенні еритроцитів, задовольняти енергетичні потреби, підтримувати кислотно-основну рівновагу та нормальний сольовий склад крові [29, 31, 33].

Наповнювач «Вечірнє відновлення» [8, 18, 29, 35] включає бурштинову кислоту, екстракт кропиви, вітаміни А та Е, незамінні амінокислоти (лейцин, ізолейцин, валін, треонін, лізин, метіонін, фенілаланін, гістидин), а також замінні амінокислоти (аргінін, цистеїн, тирозин, аланін, серин, глютамінова та аспарагінова кислоти, пролін, глікокол, гліцин). Доцільність його вечірнього прийому зумовлена антиоксидантними, регенеративними властивостями, седативним ефектом та наявністю амінокислот, які є джерелом для синтезу білків та ферментів, тобто відновлення організму після високих фізичних та психоемоційних навантажень [29, 32, 35].

Науковцями Київського національного торговельно-економічного університету, Луганського національного університету імені Тараса Шевченка, виробничого підприємства ТОВ «Сергієс» (м. Луганськ) та лабораторії ергогенних чинників у спорті Державного науково-дослідного інституту фізичної культури і спорту розроблено [36–44] рецептури та технології цукерок для

спортсменів «Імпульс», «Енергія спорту» і «Драйв» із функціональними композиціями, до яких входить комплекс інгредієнтів, що дають змогу підтримувати або швидко відновлювати фізичні сили спортсмена, підвищувати загальний тонус, працездатність, емоційну стійкість, антиоксидантну активність і енергообмін організму.

До складу цукерок із функціональною композицією "Імпульс" включено [36, 41, 42] порошок кореня левзеї сафлоровидної, L-карнітин, чорний харчовий альбумін і комплекс вітамінів (В₁, В₂, В₆, РР, С, фолієва кислота). Цукерки рекомендовано використовувати для спортсменів, діяльність яких потребує витривалості.

Цукерки із композицією «Енергія спорту» розраховані для спортсменів швидкісно-силових видів спорту. Їхня рецептура включає родзинки, курагу, горіхи, фруктозу, чорний харчовий альбумін, бурштинову кислоту, екстракт гуарани, моногідрат креатину, вітаміни А, Е, аскорбінову кислоту [36, 39, 43].

Цукерки «Драйв» розраховані для спортсменів швидкісно-силових видів спорту, до складу функціональної композиції яких включено сухі екстракти гінкго дволопатевого, плодів глоду і кропиви та таурин [36, 40, 44, 45].

Сеногоною Л. І. розроблено [46, 47] цукерки для спортивного харчування «Тріумф» та «Таємниця сили», які рекомендується вживати у період важких фізичних навантажень, при несприятливих кліматичних умовах (високогір'я, нестача кисню, зміна часових поясів, екологічне забруднення навколишнього середовища тощо), для підвищення працездатності та витривалості. Кожна із запропонованих цукерок містить у своєму складі функціональні композиції «Тріумф» та «Таємниця сили». До складу функціональної композиції "Таємниця сили" входять: гемовітал, ретинол, токоферол, бурштинова кислота, гуарана, креатину моногідрат та аскорбінова кислота [46]. Цукерки "Таємниця сили" рекомендовано вживати спортсменам швидкісно-силових видів спорту. До складу функціональної композиції "Тріумф" входить: порошок кореня левзеї сафлоровидної, L-карнітин, гемовітал, комплекс вітамінів (В₁, В₂, В₆, В₉, В₁₂, С, РР). Цукерки "Тріумф" рекомендовано використовувати спортсменам з

переважним проявом витривалості [47]. Запропоновані цукерки рекомендується вживати за годину до тренування або через півгодини після них [46, 47].

Групою вчених на чолі з Притульською Н.В. розроблено технологію серії продуктів для спортсменів, зокрема, цукерок спеціального призначення [48], вуглеводного драгледодібного продукту [49], функціональних топінгів [30, 50] та вуглеводну суміш для виготовлення харчових продуктів для спортсменів [51]. До рецептури цукерок входять цукор, патока, агар-агар, лимонна кислота та вода. Додатково до складу рецептури вносять ксантанову та гуарову камедь, желатин, глюкозамін, L-карнітин та гліцерин. Функціональний топінг містить цукор рафінад, патоку, агар-агар, лимонну кислоту і воду. Додатково до рецептури входить глюкозамін, L-карнітин та гліцерин. Топінг «Потенціал спорту» складається з [50] фруктового компоненту, цукру, модифікованого крохмалю, стабілізатора, води та функціональної композиції «Потенціал спорту» [52], яка включає в себе бурштинову кислоту, сухий екстракт кропиви собачої, ретинолу та токоферолу ацетат, та суміш замісних та незамісних амінокислот. Фізіологічне значення запропонованих продуктів полягає у нормалізації метаболізму, функцій шлунково-кишкового тракту, підвищення імунітету, зниження токсичних ефектів білкових шлаків, стомлюваності.

Розроблено [13, 53–56] рецептури двох серій бутербродних паст підвищеної біологічної цінності: низькокалорійних – «Енергетичний мікс» і висококалорійних – «Енергетичний мікс плюс».

Висококалорійна серія бутербродних паст «Енергетичний мікс плюс» розрахована на спортсменів із великим обсягом та інтенсивністю фізичних навантажень, а також на людей важкої фізичної праці. До складу продукту входить [53]: сироватковий протеїн, згущене молоко (або джем чи сироп), арахісове масло, горіхи (або суміш соняшникового та гарбузового насіння), шоколад та функціональна композиція. Композиція містить [13, 55] у своєму складі бурштинову кислоту, кофеїн, екстракт зеленого чаю, вітамін А та Е, Mg, Ca, K).

До складу пасти «Енергетичний мікс» входять [51] сироватковий протеїн, згущене молоко (або джем чи сироп), а для зниження енергетичної та

підвищення біологічної цінності – сухофрукти або цукати й функціональна композиція. До складу композиції входять [13, 56] L-карнітин, бурштинова кислота, кофеїн-бензоат натрію, екстракти гарцинії та зеленого чаю, комплекс женьшеню з елеутерококом, магній і залізо. Така композиція в раціонах ефективно впливає на досягнення спортсменами високих результатів у технічно-прикладних і складнокоординаційних видах спорту, а також у спортивних іграх, де необхідне точне та швидке виконання комбінації складних рухів [53–56].

Степановим О. О. запропоновано способи виробництва енергетичного плавленого сиру [57], карамельної маси [58] та начинки для цукерок або карамелі [59], які у своєму складі містять таурин, октаконазол, глюконолактон, кофеїн та іміналон у різному співвідношенні компонентів.

На основі огляду літературних джерел можна зробити висновок, що спортсмени потребують спеціального харчування, яке не тільки забезпечує в достатній кількості організм необхідними макро- і мікронутрієнтами, але й покращує якість життя спортсменів та результативність їх тренувань. Ринок продуктів спортивного харчування на сьогоднішній день розвивається за рахунок функціональних продуктів, тому актуальними стають дослідження з розроблення нових видів даної групи продуктів різного фізіологічного спрямування. Розроблені продукти повинні мати спрямований фізіологічний вплив на організм спортсмена, сприяти зміцненню його здоров'я, підвищенню стійкості до стресових факторів та покращенню результатів у спортивній практиці. В зв'язку з цим на сьогоднішній день необхідними стають дослідження та розроблення функціональних харчових продуктів для спортсменів адаптогенної спрямованості.

1.2. Адаптогени: особливості фізіологічної дії, характеристика продукції з їх використанням

За сучасних умов життя людина постійно знаходиться під впливом стресових факторів. До них відносяться: швидкий темп життя, несприятлива екологічна ситуація, інформаційне перевантаження, постійне психоемоційне напруження, складні соціально-економічні умови, невпевненість у

завтрашньому дні, гіпоксія, гіподинамія, екотоксиканти, тощо. Це негативно відображається на якості життя людини, адже внаслідок тривалої дії стресових факторів виникає стан «передхвороби»: знижується працездатність, порушується сон, спостерігається підвищена втомлюваність, апатія, погіршується настрій, що, зрештою, часто переходить у хворобу. На сьогоднішній день перед людством стоїть серйозна проблема невідповідності внутрішніх адаптаційних можливостей організму до умов навколишнього середовища. Підтвердженням цього є той факт, що в структурі звернень хворих за медичною допомогою до лікарів загальної практики на адаптаційні розлади припадає від 45% до 65% [60, 61].

В зв'язку з тим, що практично неможливо усунути фактори, які спричиняють стрес, необхідно шукати способи їх профілактики та способи підвищення адаптаційних можливостей організму [60–69]. Одним з ефективних способів стимуляції адаптивного статусу організму людини є використання природних адаптогенів з широким спектром біологічно активних речовин [64, 69–72].

Адаптогени – це природні біологічно активні речовини, які підвищують резистентність організму до дії стресових факторів зовнішнього середовища (фізичні, розумові та психологічні навантаження, холод, спека, зміна клімато-географічних умов, гіпоксія тощо) [60–64, 66, 70, 73–78].

Фізіологічна дія адаптогенів здійснюється завдяки підвищенню неспецифічної резистентності організму [60, 66, 79–83]. Підвищити неспецифічну резистентність організму можна також постійним тривалим впливом на організм певного чинника слабкої дії (тренування) [79]. Якщо говорити про фізичні навантаження, то в даному випадку можуть мати місце постійні тренування, однак, що стосується психо-емоційних навантажень, постійного надходження екотоксикантів, то навіть незначний, але тривалий вплив буде негативно відображатися на здоров'ї людини.

Систематизація даних сучасних літературних джерел [61–66, 69–72, 74, 79, 82–86] дозволила окреслити такі функції адаптогенів:

- підвищення активності імунної системи зі стимуляцією стійкості організму до розвитку інфекційних захворювань;

- нормалізація діяльності серцево-судинної системи;
- підвищення стійкості до нестачі кисню;
- регуляція обміну речовин – перш за все, це стосується вуглеводного та ліпідного обмінів, адаптогени сприяють більш економному витрачання вуглеводного резерву та скорішому переходу на використання ліпідів як основного енергетичного субстрату;
 - здатність зменшувати проникність мембран, що підвищується під впливом продуктів ПОЛ;
- нормалізація функції ендокринної системи;
- підвищення чутливості зорового та слухового аналізаторів;
- стимуляція статевої та репродуктивної функцій;
- виявлення прямої антиоксидантної дії – притаманна, перш за все, адаптогенам рослинного походження, що містять у своєму складі поліфенольні сполуки, які завдяки наявності у структурі гідроксильних груп легко віддають свій атом водню під час взаємодії з вільними радикалами;
 - нормалізація клітинного метаболізму;
 - покращення реологічних властивостей крові;
 - цукрознижуюча дія;
 - покращення пам'яті;
 - стимуляція ЦНС, швидке формування і відновленню умовних рефлексів;
 - нормалізація синтезу білка і нуклеїнових кислот у нейронах;
 - стимуляція репаративної та регенераційної функцій;
 - захист слизової оболонки шлунка від ерозійних ушкоджень;
 - послаблення токсичної дії багатьох хімічних токсинів.

Позитивним моментом використання адаптогенів є те, що вони чинять свою захисну дію тільки під час надмірних фізичних і психоемоційних навантажень [66]. У разі передозування адаптогени не викликають виснаження резервів нервової системи, психологічної та фізіологічної залежності [87–89].

Існують різні підходи до класифікації адаптогенів [61–64, 66, 73] залежно від того, яка ознака покладена в її основу. Класифікацію адаптогенів, а також найбільш поширені їх представники зображено на рис. 1.5.

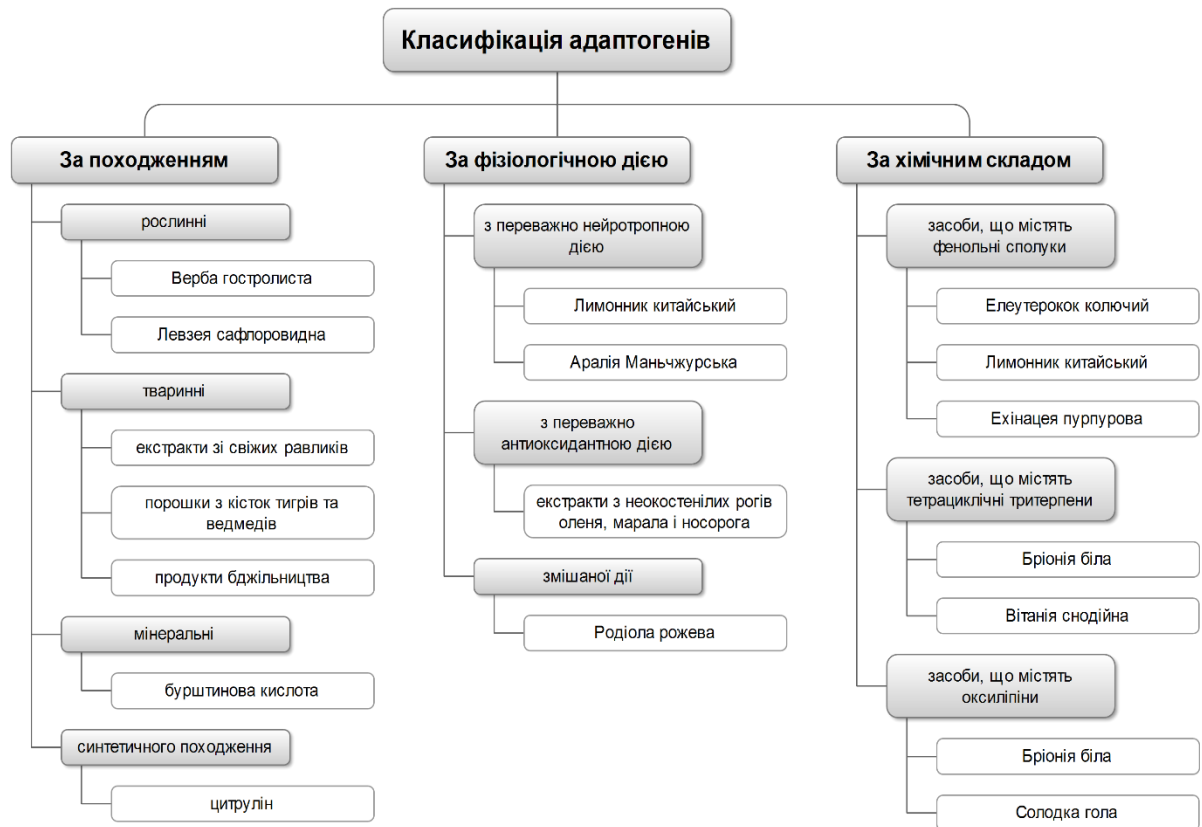


Рис. 1.5. Класифікація адаптогенів

Якщо охарактеризувати класифікацію адаптогенів за фізіологічною дією, то можна зробити висновок, що адаптогени з нейротропною дією активізують переважно перебіг термінової адаптації, з антиоксидантною дією – довготривалої. Група адаптогенів змішаної дії більш універсальна, проте поступається адаптогенам з переважно нейротропною дією за здатністю оптимізувати термінову адаптацію. Тому сьогодні широкого поширення набувають препарати, виготовлені поєднанням різних рослин - рослинні збори або комбіновані засоби.

Якщо характеризувати адаптогени за спектром фармакологічної дії, то адаптогени широкого спектру дії викликають в організмі стан неспецифічної підвищеної стійкості, а адаптогени вузького спектру – стан специфічної підвищеної стійкості.

Якщо навести характеристику класифікації за походженням, то за даною ознакою адаптогени поділяють на 4 групи: рослинні, тваринні, мінеральні та синтетичні. Природні адаптогени мають ряд переваг перед синтетичними: природні речовини краще завоюються організмом людини, мають достатньо м'яку дію, низьку токсичність [90–92] що дозволяє застосовувати їх тривалий час, оскільки адаптогенний ефект проявляє не одна речовина, а цілий комплекс сполук (фенольні речовини, вітаміни та вітаміноподібні речовини, жирні кислоти, мінеральні речовини, пігменти, ліпофільні сполуки тощо), які проявляють синергічний ефект, чого не можливо досягти під час штучного синтезу адаптогенних препаратів.

Тваринні адаптогени становлять значну групу серед адаптогенних препаратів. Найбільш поширеними серед тваринних адаптогенів є препарати на основі неокостенілих рогів (пантів) плямистого оленя або марала, які використовувались в країнах Далекого Сходу ще з 3700 року до нашої ери [63]. Препарати на основі пантів випускають у вигляді капсул або рідких (водно-спиртових) екстрактів, наприклад, «Пантокрин», також випускають комбіновані препарати, наприклад, «Пантогематоген» (екстракти пантів та кров оленя), «Сологем» (екстракти кореня солодки, пантів оленя та кров оленя), «Пантомарин» (екстракти бадану, пантів оленя та кров оленя), «Гемафемін» (кров самок марала, вітамін С та Е). До тваринних адаптогенів також відносять [63, 76]: зуби, мозок, жовч, статеві залози та зародки оленів, роги носорогів, мозкову тканину великої рогатої худоби, кістки тигрів та ведмедів, м'язи змій, екстракти із свіжих равликів, тощо. Особливу групу тваринних адаптогенів становлять продукти бджільництва – пилок [65], маточне молочко – секрет глоткових залоз бджіл, прополіс – бджолиний клей.

Особливої популярності серед природних адаптогенів набувають адаптогени рослинного походження (фітоадаптогени) [9, 63, 72]. Це пояснюється комплексністю їх дії, простотою заготівлі та переробки, доступністю сировини, а також швидкими темпами відтворення сировини порівняно з адаптогенами тваринного походження.

Адаптогенні властивості проявляють різні частини рослин, наприклад, корінь [63, 79, 83, 84, 93] (ехінацея, родіола рожева, елеутерокок колючий, аралія маньчжурська, левзея сафлоровидна, женьшень тощо), листки [83, 94] (ехінацея, гінкго білоба, елеутерокок), плоди [9, 85] (лимонник китайський), кора [68, 95, 96] (осика, тополя тремтяча), насіння [84] (олія льону), а також нативний квітковий пилок [97].

Рослинні адаптогени можна використовувати окремо, для прикладу: екстракт коріння ехінацеї, порошок кісточок лимонника китайського, напій на основі женьшеню, тощо. Однак протягом останніх років в світовій фітотерапії спостерігається тенденція до більш поширеного використання багатоконпонентних рослинних препаратів [98]. Складові збору або суміші підбирають з урахуванням хімічного складу та фізіологічних властивостей кожної рослини для досягнення синергічного ефекту, а також органолептичних показників.

Доведено ефективність використання комбінованих адаптогенних засобів, які складаються з адаптогенів рослинного та мінерального походження, наприклад, таблетки «Ехінааян-актив», капсули «Ехінааян-капс» та гранули в одnodозових пакетах «Ехінааян-гран», які містять у своєму складі ехінацею пурпурову та бурштинову кислоту [86]. Розроблено та апробовано [60, 61, 67, 78] комбіновані препарати, які складаються з фітоадаптогенів та продуктів бджільництва. Препарат «Поллентар» складається з ехінацеї пурпурової та квіткового пилку. Препарат «Адаптон» складається із квіткового пилку, порошку кореня родіоли рожевої та левзеї сафлоровидної, порошку насіння китайського лимонника, альфа-токоферолу, аскорбінової кислоти. Препарат «Леветон» містить у своєму складі корінь левзеї сафлоровидної, аскорбінову кислоту, токоферол, квітковий пилок та прополіс. До складу препарату «Елтон» входять порошок кореня елеутерококу, вітаміни Е та С, квітковий пилок та прополіс. «Апітонус» складається з квіткового пилку, бджолиного маточного молочка, дигідрокверцетину та вітамінів Е і С. Препарат «Фітотон» містить у своєму складі порошок коріння родіоли рожевої, насіння лимонника китайського, квітковий пилок та вітаміни Е, С. Розроблено та запатентовано БАД до їжі

«Женьшень медовий», яка завдяки рецептурному вмісту грануляту порошку кореня женьшеню з медом проявляє загальнозміцнюючий ефект [99, 100].

Розроблені [63] рослинні бальзами «Мономах», «Вигор», «Грааль», еліксир «Святогор», настойка «Вітастил» до рецептури яких входять суміші лікарських рослин, в тому числі і адаптогенів. Для прикладу, бальзам «Мономах» містить у своєму складі сік горобини звичайної та чорноплідної, яблучний сік, витяжки із коріння і кореневищ солодки та лепехи, трави душиці, листків м'яти перцевої, тисячелистника, бруньок сосни. До рецептури бальзаму «Вигор» входять водно-спиртовий екстракт лепехи, липи, левзеї, м'яти, тисячелистника, кропу, полину, дуба, апельсину.

Розроблено технології продуктів функціонального призначення з внесенням до рецептури адаптогенів. Так, науковцями Німеччини запатентовано спосіб виробництва цукерок з начинкою, які містять квітковий пилок [100].

Групою науковців на чолі з Парфеновою Т. В. та Голомовзою Є. А. розроблено та запатентовано серію кондитерських виробів, збагачених рослинними адаптогенами, зокрема, спосіб виготовлення ірису, до рецептури якого додатково вносять женьшеневе борошно та сухий екстракт коріння елеутерококу [101], кондитерський виріб типу драже «Лісовичок», який має адаптогенні властивості завдяки наявності порошоків із листків женьшеню або лимонника та коріння елеутерококу в кількості 0,5-1,5кг на 1 тонну готової продукції [102] та білоквмісні кондитерські вироби, які у своєму складі містять глікозиди кореня женьшеню [103] та спиртовий екстракт елеутерококу [104].

В США запатентовано спосіб виготовлення жувальної гумки, яка містить корінь женьшеню, аскорбінову кислоту та вітаміни групи В (В₆, В₁₂) [100].

Словацькою фірмою «Verbena» випускаються льодяники, які містять у своєму складі корінь женьшеню, мед, екстракти трав та вітамін С.

Науковцями ХДУХТ розроблено порошкоподібні БАД із плодів шипшини, коріння цикорію, лепехи і ехінацеї, листків та стебел чебрецю, материнки, м'яти, насіння коріандру і квіток календули та фітодраже «Фіто-віт», «Вітамінка» імуномодельючої та антиоксидантної дії із внесенням БАД до рецептури [105].

Сільськогосподарський об'єднаний кооператив «Чиста флора» випускає драже «Цілюща бджілка», які містять у своєму складі мед, пилок та корінь женьшеню.

Науковцями Владивостоку запропоновано [106] технологію хлібобулочних виробів з додаванням порошку кореня елеутерококу колючого.

Аналіз науково-методичної літератури [70, 75, 76, 85, 107] дає можливість зробити висновок, що ефективним є використання адаптогенів у спортивній практиці. Це пов'язано з тим, що спортсмени, особливо високої кваліфікації, – це категорія людей, які постійно піддаються стресовим факторам [70] різної сили та етіології. У спортсменів постійний вплив стресових факторів крім погіршення здоров'я призводить до зниження результатів [78]. Пошук нових природних джерел адаптогенів є однією з найважливіших проблем спортивної медицини та фармакології.

Питанню підвищення адаптаційних можливостей спортсменів присвячено праці багатьох як вітчизнаних так і іноземних вчених, зокрема Гуніної Л. М., Конюшка С. О., Сейфулли Р. Д., Паламарчук О. П., Коритко З. І. та ін.

Застосування різних адаптогенів з метою збільшення адаптивних можливостей спортсмена повинно проводитися з урахуванням задач його тренувального процесу, характеру та інтенсивності тренувальних навантажень, віку, статі, маси та кваліфікації [108].

У спортивній практиці користуються двома методами застосування адаптогенів [109]. Перший метод називається ударним. Він полягає в тому, що адаптогени приймають незадовго до старту у великих дозах в цілях швидкого зняття перенапруги, виявлення прихованих резервів організму, термінового відновлення працездатності. Ці адаптогени використовуються в заздалегідь підібраному дозуванні з урахуванням індивідуальної реакції на них і тривалості дії. Курсовий метод спрямований на відтерміноване відновлення працездатності, досягнення фази суперкомпенсації з максимальною позитивною амплітудою біоритмологічних показників внутрішнього середовища. У міру звикання доза прийому препарату поступово збільшується, але звичайно не більш ніж в 3-4 рази

порівняно з початковою. Наприклад, екстракт родіоли у разі перевтоми признають по 10 крапель 2 рази на день, кожен тиждень дозу збільшують на 5 крапель. До кінця курсу загальне дозування буде близько 40 крапель на прийом. У всіх випадках рекомендується періодична зміна препаратів з метою попередження явищ кумуляції й адаптації до них функціональних систем організму [110].

Сьогодні як вітчизняними, так і закордонними науковцями проводяться численні дослідження впливу адаптогенів на фізичну працездатність.

В Самарському державному медичному університеті проведено дослідження [96] впливу фітоадаптогенів (настойки ехінацеї пурпурової, родіоли рожевої, бузку, рідких екстрактів розторопші плямистої, осики та сухого екстракту верби гостролистої) на фізичну працездатність і витривалість мишей. За результатами досліджень можна зробити висновок, що всі досліджувані фітопрепарати, крім рідкого екстракту розторопші плямистої, в досліджуваних дозах підвищували фізичну працездатність. Найбільша активність (збільшення працездатності) спостерігалася у настійці бузку, однак вона практично не впливала на витривалість. Екстракт елеутерококу найкраще з досліджуваних препаратів впливав на витривалість. Настойка ехінацеї краще впливала на працездатність, причому за показниками мало відрізнялася від настійки бузку. Активність сухого екстракту осики була дещо нижчою, та пов'язана з підвищенням працездатності.

В Національному Університеті виховання та спорту Яценко А. Г. та Хайтамом Аль Надером були проведені дослідження з вивчення впливу адаптогенів тваринного і рослинного походження (спіруліни, вобензиму та олії лаванди) на мозковий кровотік і спеціальну працездатність спортсменів. Дослідження показали, що після завершення курсу прийому спіруліни спостерігалася тенденція до нормалізації тону великих артерій, приріст спеціальної працездатності та більш швидке відновлення частоти серцевих скорочень після закінчення тесту. Після 3-тижневого прийому вобензиму відзначалася значна нормалізація мозкового кровообігу, підвищення рівня гемоглобіну (у тих спортсменів, яких у початковому стані його вміст був знижений) та

покращення спортивних результатів у бігунів на середні дистанції. Дослідження впливу ефірної олії лаванди проводили після 10-денного проходження 30-хвилинних інгаляцій. В ході дослідження, проведеного на групі гандболісток, виявлено нормалізацію венозного кровообігу та збільшення ефективності в турі змагань, який проводився після закінчення програми порівняно із туром, який передував початку програми з вдиханням олії лаванди.

Дослідженнями [69, 71, 86, 111] встановлено, що композиція ехінацеї та бурштинової кислоти у співвідношенні 2:1 виявляє стреспротекторну (46.3 %) й актопротекторну (38.9 %) дії, здатна підвищувати резистентність організму до стресу, надмірного фізичного навантаження та інших негативних факторів, що визначає можливість її використання у спортивній практиці.

Дослідженнями [9, 110] доведено, що курсовий прийом елеутерококу позитивно впливає на фізичну працездатність спортсменів. Після курсового застосування препаратів елеутерококу протягом 14 днів спостерігався позитивний вплив на емоційний стан спортсменів, а також достовірно підвищувалась активність спортсменів в процесі тренувальної діяльності.

Перспективною сировиною адаптогенної дії є листки елеутерококу колючого, гінкго дволопатевого, аралії маньчжурської та ехінацеї пурпурової, а також бурштинова кислота, які використовуються у роботі, тому доцільним є навести їх характеристики.

Гінкго дволопатеве (*Ginkgo biloba* L.) – це рослина, яка вже багато століть не втрачає своєї актуальності як сировинний об'єкт фітохімічних, фармакологічних, технологічних та інших досліджень завдяки різноманітному складу біологічно активних речовин (БАР) широкого спектру фізіологічної дії [94, 112].

Лікувальні властивості гінкго були описані ще в Китаї за 2800 років до нашої ери [112]. Сьогодні в ряді країн, для прикладу, в США, Франції та Німеччині препарати на основі гінкго входять в п'ятірку лікарських засобів, які найчастіше призначаються лікарями.

Велика популярність гінкго пояснюється комплексом фізіологічних властивостей, які, в першу чергу, пов'язані з впливом на найважливіші

системи організму людини — мозок і кровообіг [94, 112]. У результаті огляду наукових досліджень [94, 112] виявлено такий клінічний ефект екстрактів листків гінкго: посилення кровообігу в головному мозку, протидія агрегації тромбоцитів, надзвичайно сильні антиоксидантні властивості, гальмування процесів трансформації холестерину в бляшки, поліпшення реологічних властивостей крові, що в свою чергу зменшує ризик утворення тромбів, підвищення еластичності та міцності кровоносних судин та стінок капілярів, підвищення розумової та фізичної працездатності організму тощо.

Така широка та потужна фармакологічна активність листків гінкго зумовлена складним хімічним складом, який формують більше 40 біологічно активних компонентів. БАР гінкго представлені [94]: терпеновими трилактонами, біофлавоноїдами, конденсованими танінами, органічними кислотами, амінокислотами, катехінами, стероїдами, восками, цукрами, мінеральними речовинами, ферментами.

Представниками терпенових трилактонів є білобалід та гінкголіди А, В, С, J, які знайдені тільки у дереві гінкго [112]. Їх кількісний вміст у листках становить 6 – 12% від всієї кількості сухих речовин. Білобалід та його похідні мають [112] протизапальну та антиоксидантну дію, позитивно впливають на нервову систему, зокрема захищають нейрони. Фізіологічна дія гінкголідів в першу чергу пов'язана з покращенням кровообігу [112]. Вони сприяють розширенню судин, що перешкоджає їх спазмам, покращують метаболічні процеси, капілярний кровообіг, кровопостачання органів, перешкоджають утворенню вільних радикалів та перекисному окисненню ліпідів тканинних мембран.

Представниками біофлавоноїдів гінкго є флавонол–О–глікозиди: кемпферол, кверцетин, ізорамнетин, міріцетин, гінкгетин, білобетин [112]. Сумарний вміст флавонолглікозидів знаходиться в межах 22 – 27%.

Кверцетин – самий активний представник зі всіх флавоноїдів [113], входить в групу вітаміну Р [114]. Фізіологічна роль кверцетину пов'язана з такими ефектами [113, 115–121]: антиоксидантна, протизапальна, антигістамінна, кардіопротекторна та протипухлинна дії, відновлення пошкоджених вільними

радикалами мембран, регуляція обміну глюкози та вироблення інсуліну, нормалізація артеріального тиску, послаблення проявів втоми, депресії та нервозності.

Кемпферол за своїми фармакологічними властивостями схожий до кверцетину [119, 122, 123]. Це пов'язано з тим, що в результаті біохімічних реакцій кемпферол та кверцетин здатні до взаємоперетворень. Ізорамнетин (3-метилкверцетин) є метаболітом кверцетину тому має аналогічну дію з кверцетином та кемпферолом [119].

Органічні кислоти представлені [112] гінголевими кислотами, а також бензойною кислотою та її похідними, амінокислоти – аспарагіном.

Серед мінеральних речовин які проявляють антиоксидантний ефект — селен, марганець, мідь, титан. Ферменти представлені супероксиддисмутазою, яка має антиоксидантні властивості.

Багатогранність фармакологічних ефектів, низька токсичність, сприяла широкому використанню гінкго у медицині, фармакології, харчових технологіях та пошуку нових форм його використання.

Рослини роду ехінацея (*Echinacea* (L.) Moench) із родини айстрових (*Asteraceae*) відомі у культурі з XVII ст. У дикорослому стані вони поширені у східній і центральній частинах Північної Америки [124]. До роду ехінацея належать дев'ять видів [124–126], серед них з лікувальною метою використовується три різновиди ехінацеї: ехінацея пурпурна (*Echinacea purpurea* L.), вузьколиста (*Echinacea angustifolia* L.) та бліда (*Echinacea pallida* L.) [124–127]. Проте найбільш культивованою та широко використовуваною є ехінацея пурпурна [125, 126, 128, 129].

Сьогодні спостерігається посилений інтерес фармакологів, медиків, хіміків та харчовиків до ехінацеї [125, 127, 130, 131]. Відомо більше 300 найменувань лікарських препаратів з різних видів ехінацеї, в Україні зареєстровано – 36 [124]. Поряд з наявними лікарськими препаратами на основі ехінацеї, розробляються дієтичні добавки, які доповнюють арсенал імуномодулюючих засобів. Це, в свою чергу, розширює можливості застосування ехінацеї не тільки

в клінічній практиці, але і при розробці функціональних продуктів спеціального призначення [132].

Якість лікарської рослинної сировини (ЛРС) з ехінацеї в Україні регламентується вимогами Державної фармакопеї України [124]. Сировиною для виготовлення препаратів з ехінацеї служать кореневища з коренями, трава [124–126, 133, 134].

Велика популярність ехінацеї пояснюється широким спектром БАР, що входять до її складу [124, 127, 128, 132]. БАР ехінацеї представлені фенольними сполуками, полісахаридами, фенолкарбоновими кислотами, мікроелементами, алкалоїдами, ефірними оліями, вітамінами, жирними кислотами, білковими речовинами, сапонінами тощо [91, 124–126, 129, 132, 134].

Серед фенольних сполук ехінацеї виділено лютеолін, лютеолін-7-глюкозид, кемпферол і його 3-глюкозид, 3-рутинозид, кверцетин і його 3-глюкозид, 3-ксилозид, рутин, ізорамнетин, антоціани, дубильні речовини пірокатехінової групи [126].

Полісахариди представлені водорозчинними полісахаридами, пектиновими речовинами, геміцелюлозою [126].

Фармакологічна дія ехінацеї [124–126, 129, 132, 133] пов'язана перш за все зі стимуляцією імунної системи. Дану властивість деякі вчені [91] пов'язують з присутністю в її складі полісахаридів, які взаємодіють з рецепторами білих кров'яних тілець, активуючи тим самим синтез інтерферону. БАР ехінацеї збільшують кількість гранулоцитів, та посилюють їх фагоцитарну активність, інгібують синтез вірусів, активують цитокіни, збільшують кількість Т-лімфоцитів (стимулюють Т-систему імунітету на 20–30% сильніше, ніж традиційні синтетичні препарати).

Крім імунокорегуючих властивостей, ехінацея проявляє протимікробну, фунгіцидну, протизапальну, антиоксидантну, протиалергічну, радіопротекторну, нейротропну та тонізуючу дії, стимулює функцію центральної нервової системи, підвищує потенцію, сприяє загоєнню ран, опіків, виразок [111, 124, 133].

Аралія маньчжурська (*Aralia mandshurica*) — це рослина, яка вже багато років використовується як в офіційній, так і в народній медицині. Лікарською

сировиною є коріння [135]. У народній медицині також використовуються листя, бруньки, плоди та кора коренів [135, 136].

Хімічний склад аралії маньчжурської досить добре вивчений [135]. Встановлено [135, 137], що склад фармакологічно активних компонентів формують тритерпенові сапоніни — глікозиди олеанолової кислоти (аралозиди А, В і С), вітаміни (С і групи В), ефірні масла, флавоноїди, алкалоїди, тритерпеноїди, органічні кислоти, антоціани, кумарини, вуглеводи тощо.

Аралія в першу чергу цінується своєю адаптогенною здатністю, яка не поступається такому класичному адаптогену як женьшень.

Фізіологічна роль аралії [135–137] пов'язана з активацією білкового синтезу, зниженням вмісту цукру в крові за рахунок значного збільшення проникності клітинних мембран для глюкози, підвищенням стійкості до екстремальних ситуацій, нормалізацією розумової і фізичної працездатності, збудженням центральної нервової системи (ЦНС), стимуляцією роботи серця. Аралія має загальнозміцнюючу, антитоксичну, антиоксидантну, радіопротекторну, протизапальну та загальнотонізуючу дії, які, за висновками вчених, зумовлені саме наявністю аралозидів [135, 136].

Настоянку коріння аралії призначають при депресіях, після перенесених черепно-мозкових травм, грипу, при низькому артеріальному тиску, розумовій та фізичній перевтомі

Препарати аралії протипоказані при підвищеній нервовій збудливості, безсонні та гіпертонічній хворобі.

Останні роки особливої популярності серед рослин, які використовуються у фітопрепаратах, набув елеутерокок колючий (*Eleutherococcus senticosus* Maxim) родини аралієвих [98, 106].

Елеутерокок використовується багато століть народною медициною, однак, лише в 1962р. був затверджений Фармакологічним комітетом та офіційно впроваджений у медичну практику, а також став використовуватися в харчовій промисловості, тваринництві та косметології [93].

Піонерними та класичними в області вивчення елеутерококу є монографії І. І. Брехмана «Елеутерокок», О. І. Кірілова «Досвід фармакологічної регуляції стресу», І. В. Дардимова «Женьшень, елеутерокок: до механізму біологічної дії» та І.В. Дардимова, Е.І. Хасіна «Елеутерокок — таємниця "панацеї"» [93].

Сьогодні роботи з вивчення елеутерококу не втратили своєї актуальності, проводяться численні дослідження його хімічного складу, фармакологічних властивостей, фізіологічної дії тощо [33, 40, 70].

Хімічний склад елеутерококу представлений широким спектром БАР, серед яких знайдені (переважають) тритерпеноїдні сапоніни, лігніни, кумарини, фенольні сполуки, зокрема флавони, серед яких переважають сирингін та елеутерозиди А, В, С, D, Е, F, які вважаються найбільш активними компонентами [98, 106, 107, 138]. Наявність в молекулах цих сполук гідроксильної та карбоксильної груп визначає їх хімічну активність, біохімічну та фармакологічну дію [93, 138]. Крім того, в корінні та кореневищах містяться засвоювані вуглеводи (глюкоза, сахароза), полісахариди (крохмаль, пектинові речовини), ефірні масла та жирні кислоти. В листі містяться каротиноїди, алкалоїди, олеїнова кислота.

Фізіологічна роль елеутерококу пов'язана з підвищенням розумової та фізичної працездатності [138–140], гостроти зору [72], рухової активності і умовно-рефлекторної діяльності [65], збудженням центральної нервової системи, особливо в умовах стресу [65, 141], уповільненням старіння організму [98, 106], оптимізацією всіх видів обміну (насамперед, вуглеводного) [83], протидією коагуляції крові [138]. Доведена антиоксидантна, загальностимулююча, кардіопротекторна [141], протиканцерогенна, радіопротекторна, відновлююча та антистрессова дії елеутерококу, що підтверджують дослідження *in vivo* та *in vitro* [138].

Препарати елеутерококу призначають під час тривалих арктичних експедицій, роботи в холодному або жаркому кліматі, в умовах важких походів, польотів, високогір'ї [139]. Саме елеутерокок, а не інші адаптогени, приймають космонавти під час виконання космічних завдань [140].

Важливою особливістю препаратів елеутерококу є можливість їх призначення при підвищеному артеріальному тиску, в той час як для ряду адаптогенів, наприклад, женьшеню, аралії артеріальна гіпертонія є протипоказанням.

На сьогоднішній день препарати на основі бурштинової кислоти (БК) та її солей (сукцинатів) не втратили своєї актуальності. Це можна пояснити широким спектром фармакологічних властивостей бурштинової кислоти [142], дуже низькою токсичністю [143], відсутністю побічних дій [142] та вузьким спектром протипоказань (гастрит, язва, підвищена кислотність) [55, 56].

Фізіологічна роль БК пов'язана зі стимуляцією та нормалізацією енергетичного і пластичного обміну [39, 52, 55, 56, 143, 144], процесів відновлення після фізичних навантажень [39, 52, 143, 145], показників активності процесів ПОЛ у сироватці крові [146], синтезом амінокислот [39, 52], стимуляцією клітинного дихання, що сприяє кращому засвоєнню кисню клітинами [55, 56, 143], підвищенням працездатності [39, 52, 145, 147].

Досліди, проведені на мишах, доводять, що вживання натрієвої солі БК призводить до підвищення середньої тривалості життя на 6,2% та максимальної тривалості життя – на 12,3% [147].

БК має антиоксидантні [39, 52, 142, 148], адаптогенні [143], геропротекторні [147], імуномодельючі [147, 148], нейротропні [143] та антигіпоксичні [142, 146–148] властивості, сприяє виведенню з організму токсичних речовин [142, 146, 147], послаблює дію радіоактивного випромінювання [39, 145, 146].

Дослідженнями [110] доведено ефективність використання бурштинової кислоти у спорті вищих досягнень. Так, при споживанні препаратів БК протягом трьох тижнів у спортсменів-легкоатлетів зростали показники фізичної працездатності. Це, ймовірно, пов'язано з тим, що при окисненні БК виділяється велика кількість енергії, що акумулюється у вигляді АТФ [144, 145] та БК попереджує накопичення лактату у крові [145, 147].

Ще однією властивістю БК є її участь в підтримці гіперактивності центральної нервової системи [39, 52]. Це сприяє її використанню у стресових ситуаціях, підвищених фізичних, розумових та нервово-емоційних навантаженнях.

БК входить до переліку харчових добавок під індексом E363. БК вводять до складу харчових продуктів не тільки з технологічною ціллю, але й з метою надання продукту профілактичних властивостей. Внесення БК до рецептури харчових продуктів сприяє більш м'якому її засвоєнню [52]. БК випускається також у вигляді лікарських препаратів та дієтичних добавок у таблетках («Ян-тавіт», «Енерліт», «Мітомін», «Янтарин-Спорт» тощо).

Для підвищення проникності БК через мембрани клітин її необхідно використовувати у комплексі з ізолимонною, лимонною, яблучною, глютаміною, аспарагіною кислотами, піридоксальфосфатом або таурином [145].

Добова доза БК становить 300-900 мг [39, 52, 55, 56]. Однак, при стресі, підвищенні фізичних та розумових навантажень, виникненні гострих і хронічних патологічних процесів добова потреба в БК зростає [143] та становить 500-2000 мг [39, 52, 55, 56].

1.3. Сучасні технології желейно-мармеладних виробів з використанням фітодобавок

Кондитерські вироби користуються великою популярністю серед населення. Важливе місце серед цукристих кондитерських виробів займають желейно-мармеладні продукти. Це пов'язано з тим, що у їхню рецептуру входять желюючі речовини, які створюють нерозчинні комплекси з ксенобіотиками, тим самим виводячи їх з організму, тобто проявляють детоксикаційну функцію [149, 150]. Ця властивість набуває особливої актуальності для людей, які проживають в екологічно неблагополучних районах, а також після аварії на ЧАЕС. Желейно-мармеладні вироби характеризуються високими споживчими властивостями та енергетичною цінністю завдяки наявності у рецептурі засвоєваних вуглеводів, однак, основним їх недоліком є незбалансованість мікронутрієнтного складу [151]. Все це робить желейно-мармеладні вироби привабливим середовищем для розроблення продуктів лікувально-профілактичного призначення, функціональних продуктів, а також спеціальних харчових продуктів для різних категорій населення.

Дослідження [100, 151–154] доводять ефективність внесення до рецептури желейно-мармеладних виробів продуктів рослинного походження, які мають поліфункціональні властивості. Це сприяє підвищенню харчової та біологічної цінності готового продукту, надає йому наперед задані корисні властивості [100, 151]. Щодо технологічного ефекту, то внесення до складу желейно-мармеладних виробів рослинної сировини та її екстрактів здатне інтенсифікувати технологічний процес, підсилити смак, запах і колір готового продукту, що дає можливість виключити із рецептури синтетичні барвники, ароматизатори та смакові добавки [100].

Використання біологічно активних добавок з заданими властивостями дозволяє отримувати групи виробів різної лікувальної спрямованості.

В Національному університеті харчових технологій розроблено ряд рецептур та технологій мармеладу функціонального призначення. В даному напрямку вагомих здобутків досягнула група дослідників на чолі з Дорохович А. М. [155], які працювали над розробленням мармеладу для людей, хворих на цукровий діабет. Баштою А. О. розроблено [156] рецептуру мармеладу на пектині з додаванням соку плодів бузини чорної та екстрактів чабрецю, матерінки та фіалки. Івчук Н. П. запропоновано рецептуру мармеладу геродієтичного призначення з використанням буряково-вишневого пюре.

Дослідниками Харківського державного університету харчування та торгівлі запропоновано [157, 158] технологію мармеладу желейного з використанням кріас-порошків з чорноплідної горобини, суцвіття нагідок та листя кропиви як натуральних барвників.

В Кубанському державному аграрному університеті науковцями Сокол Н. В., Куртнезіровою Є.Н. розроблено [159] два види мармеладних виробів на основі водних екстрактів лікарських рослин та ізомальту як цукрозамінника. В першому варіанті до рецептури мармеладу на пектині вносили фітокомпозицію, яка складалася з глоду та шипшини, інша фітокомпозиція складалася з ромашки, кропиви та м'яти перцевої. За результатами досліджень [159],

розроблені зразки мали високі органолептичні властивості та не поступалися мармеладу, виготовленому за традиційною рецептурою.

На кафедрі технології продовольчих продуктів Тамбовського державного технічного університету розроблено, апробовано та запатентовано [151–153, 160, 161] рецептуру та технологію желейних цукерок функціонального призначення, які у рецептурному складі містять пектин, концентрований водний екстракт листків кропиви дводомної та аскорбінову кислоту.

Німецькими науковцями запропоновано технології мармеладу із пелюсток троянди та фіалки, а також желе із квітів лаванди. Розроблені технології не тільки дозволили замінити синтетичні ароматизатори на натуральні, але й розширили асортимент цукрових кондитерських виробів [100].

Відомий спосіб виробництва желейного мармеладу, збагаченого рослинним екстрактом, який у своєму складі містить квітки ромашки аптечної, листя м'яти перцевої, деревій, траву череди, листя подорожника великого, спориш, квітки нагідок аптечних і траву нетреби звичайної, які змішують у співвідношенні 1:1:1:1:2:2:1:1 [149, 150]. Екстракт отримують екстрагуванням названої суміші водою до вмісту сухих речовин близько 2%. Отриманий мармелад характеризується кисло-солодким смаком з гіркуватим присмаком, стійкою щільною консистенцією, приємним ароматом, зберігає біологічну активність рослинних компонентів та має F-вітамінну активність, не характерну для традиційних желейних виробів.

Муратовою Є. І., Смоліхіною П. М. та Леоновим Д. В. розроблено [151–153, 160] спосіб виробництва желейних цукерок з фіто добавками, який передбачає розчинення пектину не у воді, а фітоекстракті, який отримують з листків, стебел та суцвіть вишні, кропиви дводомної, липи, малини та чебрецю. Шрот, отриманий в процесі екстрагування, також вносять до рецептури у кількості 0,1...1%.

Російськими науковцями створено желейний харчовий продукт, збагачений біологічно активними речовинами. Для його приготування використовують пектин, рослинні компоненти, аскорбінову кислоту, підсолоджувач. Як рослинний компонент беруть неохмілене пивне сусло, змішане

з фруктовим наповнювачем із плодово-ягідного або фруктового пюре в кількості 8-10% від об'єму суслу.

Науковцями Дагестанського політехнічного інституту запропоновано спосіб виготовлення десертного желе, збагаченого виноградним соком та водно-спиртовим екстрактом м'яти перцевої, звіробою звичайного, материнки звичайної, чебреця гірського та насіння коріандру посівного. Внесення до рецептури рослинної сировини покращує органолептичні показники отриманого желе (смак та аромат), надає йому тонізуючих та профілактичних властивостей, підвищує біологічну цінність та термін зберігання [157].

Науковцями Сідановою М. Ю. та Мартиною А. П. підібрані [100] збори трав направленої фізіологічної дії з метою внесення до рецептури мармеладу лікувально-профілактичної дії, зокрема для профілактики нервозів та свинцевої інтоксикації.

Запропоновано [100, 149, 150] рецептуру мармеладу «Квітковий», збагаченого екстрактом конюшини червоної, завдяки чому продукт характеризується підвищеною біологічною цінністю та рекомендується для профілактики атеросклерозу.

Внесення у рецептуру желейного мармеладу житніх та вівсяних висівок у кількості до 3% не тільки сприяє підвищенню біологічної та харчової цінності готового продукту, зниженню калорійності наданню функціональних властивостей, але й сприяє зміцненню драглів, що дозволяє зменшити рецептурну кількість драглеутворювача, а, відповідно, і ціну.

На кондитерській фабриці «Солодкий світ» (м. Харків), випускається функціональний мармелад серії «Harmony», яка включає в себе 4 види мармеладу: з ягодами годжі та полуницею, з насінням льону та лимоном, з шипшиною, з насінням чіа та журавлиною. Як драглеутворювач в запропонованих видах мармеладу використовується пектин.

Науковцями Золотарьовою Н. А., Карнаушенко Л. І. та Іоргачовою К. Г. розроблено та апробовано [100, 162] рецептуру та технологію серії желейних

кондитерських виробів з використанням фітодобавок. Як фітодобавки використано грудний збір №1, збір «Арфазетин» та корінь ехінацеї.

Грудний збір №1 має такий склад: корінь алтею лікарського, листки мати-й-мачухи, траву материнки звичайної. Він використовується як протизапальний, дезінфікуючий та відхаркуючий засіб, а також для лікування органів дихання.

Збір «Арфазетин» містить цілий комплекс лікарських рослин, зокрема, стручки фасолі, пагони чорниці, корінь елеутерококу, плоди шипшини, траву плюща польового та звіробою звичайного та квітки ромашки аптечної. Підібраний склад збору проявляє гіпоглікемічну дію при лікуванні цукрового діабету та дозволяє знизити дозу інсуліну.

Ехінацея, перш за все, є потужним імуномодулятором.

Мармелад готують з використанням різних драглеутворювачів, зокрема агароїду та пектину. Мармелад отримав назви «Квіткова поляна», «Стимул» та «Цілющий».

В ОНАХТ розроблені [149, 150] технології пастило-мармеладних виробів підвищеної харчової та біологічної цінності: желейний мармелад «Пікантний» на цукрі та ксиліті з використанням харчових волокон, пшеничних висівок та конюшини; желейний мармелад «Чорноморський» з кукурудзяним білковим концентратом; желейний мармелад «Вітамінний» та «Весняна поляна» з використанням листових овочів (порошків з листків шпинату та напівфабрикату з листових овочів); желейний мармелад «Ялинка» і «Відлуння» з додаванням продуктів переробки амаранту (борошна та зеленої маси амаранту); желейний мармелад «Янтар» з порошком обліпихових вичавок і «Колосок» з модифікованими пшеничними висівками.

На основі огляду літературних джерел можна зробити висновок, що внесення до рецептури мармеладних виробів фітодобавок та їх екстрактів підвищує біологічну цінність отриманих продуктів, дозволяє замінити синтетичні ароматизатори та барвники на натуральні та розширює асортимент продуктів спрямованої фізіологічної дії.

Таким чином, на підставі аналітичного огляду літератури щодо існуючого асортименту та технологій харчових продуктів для спортсменів витікає необхідність та доцільність створення продукції мармеладної групи, збагаченої фітоадаптогенами. Саме адаптогени рослинного походження на відміну від синтетичних аналогів є ефективним засобом підвищення антиоксидантної активності, витривалості, імунного статусу, регуляції обміну речовин, що є актуальним для спортсменів-важкоатлетів.

Висновки до Розділу 1

1. Виконано аналіз джерел вітчизняної та зарубіжної літератури щодо асортименту та технологій продуктів спортивного харчування, на підставі якого розроблено класифікацію функціональних продуктів спортивного харчування за фізіологічною дією.

2. Розроблено анкету та здійснено анкетування серед спортсменів-важкоатлетів щодо вибору ними харчових продуктів спеціального призначення. Розроблені критерії для анкетування лягли в основу авторської класифікації продуктів спортивного харчування.

3. Доведено актуальність створення функціональних продуктів для спортсменів-важкоатлетів порівняно з добавками спортивного харчування, які зазвичай є імпорнтними і мають синтетичне походження.

3. Показано, що спортсмени потребують, крім підвищеної кількості енергетичних речовин, збільшеного дозування мінорних сполук, серед яких великої уваги заслуговують адаптогени та антиоксиданти.

4. Встановлено, що на сьогодні розробки в напрямку використання адаптогенів природного походження в технології функціональних продуктів спеціального призначення є одиничними, що й обумовило актуальність обраного напрямку досліджень.

5. Показано, що мармеладна група кондитерських виробів характеризується високими споживними властивостями, енергетичною цінністю, комплексують здатністю, зручністю споживання однак, основним її недоліком є незбалансованість мікронутрієнтного складу, тому може бути перспективним середовищем для збагачення природними адаптогенами.

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Аналіз джерел, що наведений в огляді літератури, став підставою для формулювання об'єктів і методів досліджень з обґрунтування та розроблення технології мармеладних виробів для спортсменів-важкоатлетів.

Експериментальні дослідження за даною дисертаційною роботою проводилися в науково-дослідних лабораторіях та установах:

- кафедрі експертизи харчових продуктів НУХТ;
- кафедрі фармакогнозії і ботаніки Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького;
- лабораторії медичної ботаніки Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАН України.
- лабораторії контролю якості харчових продуктів ВоФК НУХТ.

План теоретичних, експериментальних та практичних робіт за темою дисертації показано на рис. 2.1.

2.1. Характеристика сировини

Предметом дослідження даної дисертаційної роботи є:

- листки свіжі та сушені ехінацеї пурпурової, елеутерококу колючого, аралії маньчжурської, гінкго дволопатевого;
- фітокомпозиція (ФК) адаптогенної дії [64];
- водні та водно-спиртові екстракти на основі ФК адаптогенної дії;
- желейно-фруктовий формовий мармелад «Золота осінь» як контрольний зразок [163];
- желейно-фруктовий формовий мармелад на яблучному пектині з заміною лимонної кислоти на бурштинову, як дослідний зразок.

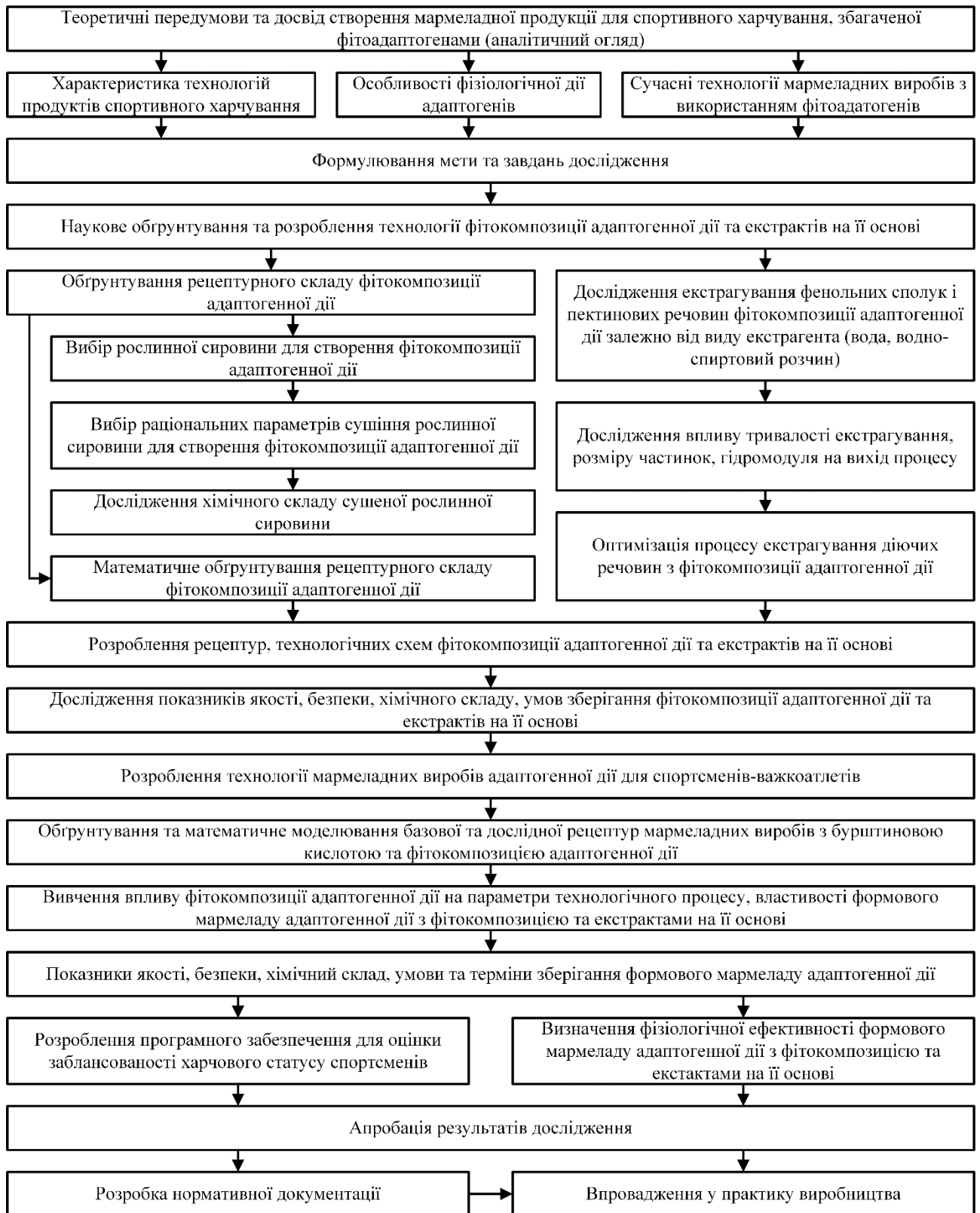


Рис. 2.1. План теоретичних, експериментальних та практичних робіт

Сировина, що використовувалась для виготовлення об'єктів досліджень, відповідає вимогам такої діючої нормативної документації:

цукор білий кристалічний за ДСТУ 4623:2006 [164];
 вода питна за ДСТУ 7525:2014 [165];

| | | |
|-------------------------------|--------------------|--------|
| пектин за | ДСТУ 6088:2009 | [166]; |
| кислота лимонна за | ДСТУ ГОСТ 908:2006 | [167]; |
| кислота бурштинова харчова за | ГОСТ 6341-75 | [168]; |
| лактат натрію за | ГСТУ 18.33-99 | |
| яблука свіжі за | ДСТУ 8133:2015 | [169]; |
| смородина свіжа за | ДСТУ 8319:2015 | [170]; |
| спирт етиловий за | ДСТУ 4221:2003 | [171]. |

2.2. Методи досліджень

Під час проведення досліджень експерименти здійснювались у три-чотирикратному повторі. Закономірності відтворювались у кожному з паралельних досліджень.

З метою визначення кон'юнктури ринку спортивного харчування, вибору базового середовища для збагачення ФК адаптогенної дії для спортсменів важкоатлетів використано метод анкетування (інтернет-опитування) спортсменів, які спеціалізуються на різних видах спорту та різної кваліфікації. Шаблон анкети для проведення опитування спортсменів-важкоатлетів щодо вибору ними харчових продуктів спеціального призначення наведено у додатку А.

2.2.1. Методи досліджень сировини

Ідентифікацію БАР свіжих листків ехінацеї пурпурової, гінкго дволопатевого, аралії маньчжурської та елеутерококу колючого проводили методом високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) [172] на хроматографічній системі Agilent 1100 з 4-х каналним насосом, вакуумним дегазатором, автосемплером, термостатом колонок та діодно-матричним детектором. Дослідження проводили за таких хроматографічних умов: колонка ThermoScientificHypersil™ BDS C₁₈, 3μm, 2.1×100 mm, детектування на довжинах хвиль 206, 254, 300, 350 та 450 нм, термостатування колонки при 20°C, швидкість потоку 0,3 мл/хв, час аналізу до 80 хв, профіль елюювання – лінійний градієнт від 1% В в А до 100% В за 30 хв, далі ізократа В, з прискоренням потоку до 0,6 мл/хв та підвищенням температури колонки до 40°C, об'єм

проби 10 μl . Використовували 2-елюентну схему (елюент А = 0,05 М водний розчин ортофосфорної кислоти H_3PO_4 ; В = ацетонітрил /для градієнтного елюювання/).

Масову частку вологи рослинної сировини визначали методом висушування до сталої маси у сушильній шафі ГП-40 за методикою [173, 174].

Визначення вмісту хлорофілів та каротиноїдів проводили за допомогою спектрофотометра СФ46. Каротиноїди визначали за довжини хвилі 450 нм у перерахунку на β -каротин, хлорофіли – при 670 нм у перерахунку на хлорофіл А [175].

Вміст аскорбінової кислоти визначали йодометричним методом за методикою [173].

Кількісний вміст фенольних сполук визначали на спектрофотометрі ULAB-102 за відомими методиками [176, 177].

Кількісний вміст поліфенольних сполук у перерахунку на галову кислоту визначали за довжини хвилі 760 нм в кюветі з товщиною шару 10 мм за методикою [175, 178, 179].

Вміст гідроксикоричних кислот в перерахунку на кофейну кислоту визначали за довжини хвилі 325 нм в кюветі з товщиною шару 10 мм за методикою [180, 181].

Вміст флавоноїдів в перерахунку на кверцетин визначали за довжини хвилі 420 нм в кюветі з товщиною шару 10 мм за методикою [175, 182].

Визначення сапонінів в перерахунку на олеанолову кислоту проводили за довжини хвилі 312 нм в кюветі з товщиною шару 10 мм за методикою [135, 175].

Визначення вмісту пектину проводили кальцій-пектатним способом за методикою, описаною у [173].

Загальну антиоксидантну активність визначали за допомогою фотоелектроколориметричного методу з використанням індикаторної системи Fe(III) -о-фенантролін та жиророзчинного вітаміну Е для оцінювання одержаних результатів [183].

2.2.2. Методи досліджень ФК адаптогенної дії та екстрактів на її основі

Органолептичні властивості ФК та екстрактів на її основі визначали за такими показниками: зовнішній вигляд, колір, запах, консистенція, смак.

Масову частку вологи визначали рефрактометричним способом за загальноприйнятою методикою [173].

Фізико-хімічні показники рослинної сировини (середній розмір часток, насипна густина, насипна густина після усадки, коефіцієнт поглинання, вміст екстрактивних речовин) визначали за допомогою методик, описаних у [184–186].

Визначення різних груп фенольних сполук проводили за методиками, описаними у літературі [135, 175, 178–180, 182].

Відбір та підготовку проб для мікробіологічних досліджень проводили за ГОСТ 26668–85 [187] та ГОСТ 26669–85 [188] відповідно.

Мікробіологічні показники безпеки визначали за стандартними методиками, зокрема МАФAM – за ДСТУ ISO 4833:2006 [189], БГКП (колі форми) – за ГОСТ 30518-97 [190], бактерії роду *Salmonella* – за ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002) [191], *E. coli* – за ДСТУ ГОСТ 30726-2002 [192] *B. cereus* – за ГОСТ 10444.8-88 [193], дріжджі і плісняві гриби – за ДСТУ 8447:2015 [194].

Підготовку і мінералізацію проб для визначення токсичних металів здійснювали за ГОСТ 26929–94 [195], вміст ртуті визначали за ГОСТ 26927–86 [196], свинцю – за ГОСТ 26932–86 [197], кадмію – за ГОСТ 26933–86 [198].

Вміст радіонуклідів – цезію та стронцію – визначали за МВ 6.6.1-10.10.17.158-08. [199].

Вміст макронутрієнтів (білків, жирів, вуглеводів, харчових волокон) визначали за методиками, описаними у літературі [172, 174].

Кількість золи визначали озоленням проби в азотній кислоті і спалюванням її з пропіканням мінерального залишку в муфельній печі за температури 450-600°C [172, 174].

Рослинні пігменти (хлорофіли, каротиноїди) визначали за [173, 175].

Мінеральний склад (калій, кальцій та натрій) визначали методом полуменевої фотометрії на фотометрі полуменевому цифровому PFP-7 [172].

Масову частку сухих речовин визначали на рефрактометрі ИРФ-22 за методикою, описаною у літературі [200].

Титровану кислотність визначали методом титрування за методикою, наведеною у [173].

Активну кислотність визначали потенціометричним методом на іоно-мірі АІ-125 за методикою [201].

2.2.3. Методи досліджень мармеладних виробів

Відбирання проб мармеладних виробів та підготовку їх до аналізу здійснювали згідно з ГОСТ 5904-82 Вироби кондитерські. Правила приймання, методи відбирання і готування проб [202].

Сенсорний аналіз мармеладних виробів проводили за ДСТУ 4683:2006. Вироби кондитерські. Методи визначення органолептичних показників якості, розмірів, маси нетто і складових частин [203].

Визначення титрованої кислотності здійснювали згідно з ГОСТ 5898-87 Вироби кондитерські. Методи визначання кислотності і лужності [204].

Визначення активної кислотності мармеладної маси проводили за методикою [172].

Визначення масової частки вологи та сухих речовин виконували за ГОСТ 5900-2014 Вироби кондитерські. Методи визначення вологи і сухих речовин [205].

Визначення масової частки редукуючих речовин виконували згідно з ГОСТ 5903-89 Вироби кондитерські. Методи визначання цукру [206].

Визначення масової частки золи, нерозчинної у розчині з масовою часткою соляної кислоти 10%, здійснювали згідно з ГОСТ 5901-87 Вироби кондитерські. Методи визначання масової частки золи і металомангнітних домішок [207].

Відбирання і готування проб для мікробіологічного аналізу проводили згідно з ГОСТ 26668-85 [187], ГОСТ 26669-85 [188], методи культивування мікроорганізмів — згідно з ГОСТ 26670-91 [208], апаратуру та живильні середовища — згідно з ГОСТ 27543-87 [209]. Мікробіологічні показники безпеки

мармеладних виробів визначали за ДСТУ ISO 4833:2006 [189], ГОСТ 30518-97 [190], ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002) [191], ДСТУ 8447:2015 [194].

Токсикологічні показники (свинець, кадмій, миш'як, ртуть, мідь, цинк) визначали за відповідними нормативними документами [196–198].

Вміст макронутрієнтів (білків, жирів, вуглеводів) визначали за методиками [172, 174, 210].

Мінеральний склад (калій, кальцій, натрій, магній, фосфор) визначали за методиками наведеними у літературі [172]

Визначення різних груп фенольних сполук проводили за методиками, описаними у [135, 175, 178–180, 182].

Визначення вмісту бурштинової кислоти проводили методом тонкошарової хроматографії за методикою, описаною у літературі [211, 212]

Важливе значення серед реологічних характеристик мармеладних драглів є показник їх міцності. Для оцінки мармеладних драглів використовували величину граничного напруження зсуву, яка характеризує опір випробувального матеріалу до зминання і зрушення, що виникає при зануренні індентора. Міцність желейного мармеладу досліджували за допомогою пенетрометра AP-4/1 методом занурення конусу, запропоновану П. А. Ребіндером [213].

Енергетичну цінність виробів розраховували на підставі фактичного вмісту в них білків, жирів, вуглеводів, приймаючи енергетичну цінність 1 г білка – 4,0 ккал, 1 г жиру – 9,0 ккал і 1 г вуглеводів – 4,0 ккал [214–216].

2.3. Методи математичного оброблення експериментальних даних

Для визначення параметрів математичних моделей процесу екстракції фенольних та пектинових речовин виконували регресійний аналіз експериментальних даних. Побудову моделей здійснювали за допомогою методу найменших квадратів [217]. Попередню оцінку нормальності розподілу експериментальних даних здійснювали за критерієм Шапіро-Уїлка [218]. Адекватність одержаних моделей перевіряли за допомогою F-тесту [218]. Оптимізацію

параметрів екстракції для побудованих моделей виконували за допомогою генетичного алгоритму [219].

Оптимальне співвідношення компонентів суміші було визначене за допомогою генетичного алгоритму. Попередньо методом найменших квадратів були побудовані регресійні залежності, що описують вплив компонентів суміші на загальну антиоксидантну активність суміші та вміст поліфенольних сполук. В результаті оптимізації одержана множина Парето-оптимальних [220, 221] розв'язків.

Моделі, що описують вплив вмісту бурштинової кислоти, рецептурного пектину та фітокомпозиції на міцність драглів, були знайдені за допомогою методу найменших квадратів. Значущість одержаних коефіцієнтів регресії була підтверджена за допомогою дисперсійного аналізу [222]. Вибір оптимального виду моделей проводився із врахуванням коефіцієнту детермінації.

Попереднє оброблення експериментальних даних проводилось за допомогою табличного процесора Microsoft Excel та середовища розробки RStudio для мови програмування R. Регресійний, дисперсійний аналіз, інші види статистичного оброблення результатів виконувались засобами RStudio та спеціалізованих статистичних бібліотек, які входять до її складу. Побудова математичних моделей методом найменших квадратів була виконана засобами пакету прикладних програм MATLAB. Багатокритеріальна оптимізація генетичним алгоритмом була здійснена з використанням надбудови gamultiobj, яка входить до складу пакету MATLAB. Засоби візуалізації експериментальних даних та одержаних результатів були надані універсальною графічною бібліотекою plotly, пакетами MATLAB та Excel, бібліотекою matplotlib для об'єктно-орієнтованої мови високого рівня Python.

Висновки до Розділу 2

1. Розроблено план теоретичних, експериментальних та практичних робіт з обґрунтування та розроблення технології продуктів спеціального призначення для спортсменів силових видів спорту.

2. Охарактеризовано обрану сировину.
3. Визначено методи дослідження, методики та їх лабораторне забезпечення.
4. Застосовано сучасні методи математичного оброблення і графічного представлення результатів досліджень з використанням відповідних пакетів прикладних програм.

РОЗДІЛ 3. НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФІТОКОМПОЗИЦІЇ АДАПТОГЕННОЇ ДІЇ ТА ЕКСТРАКТІВ НА ЇЇ ОСНОВІ

Аналіз літературних джерел (див. розділ 1) свідчить, що спортивне харчування – це один з найважливіших чинників, що визначає не тільки здоров'я спортсмена, але й його досягнення. Під час підготовки до передзмагальних та змагальних навантажень спортсмени потребують підвищеної кількості не лише енергетичних речовин, але й нутрієнтів заданого фізіологічного спрямування, особливо адаптогенів, що володіють антиоксидантною активністю [9, 85, 107, 110]. Серед існуючого ряду адаптогенів перевага надається природним, зокрема рослинним, адаптогенам. Вони відрізняються ефективністю, м'якістю фізіологічної дії та мінімальними побічними ефектами [64, 77].

З огляду на вищесказане, метою досліджень, результати яких наведено у Розділі 3, було наукове обґрунтування та розроблення технології ФК адаптогенної дії, яка є природним концентратом біологічно активних сполук листків гінкго білоба, аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової та елеутерококу колючого, а також її екстрактів.

3.1. Обґрунтування рецептурного складу фітокомпозиції адаптогенної дії

3.1.1. Вибір рослинної сировини для створення фітокомпозиції адаптогенної дії

Нині багато лікарських рослин використовуються не тільки традиційною та народною медициною, але й для створення функціональних продуктів спеціального призначення. Для цього рослини необхідно підбирати з урахуванням їх хімічного складу [9, 63, 68, 77, 84].

На підставі результатів аналізу літературних даних (див. Розд. 1), для досліджень зі створення ФК адаптогенної дії обрано такі види рослин: листки гінкго білоба, аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової та елеутерококу колючого, які за численними джерелами літератури [26, 40, 44, 54, 56, 86, 124, 135, 139, 141,

223] рекомендовані для людей як з низьким, так і високим рівнями фізичного та нервово-емоційного навантаження, зокрема спортсменів-важкоатлетів.

На підставі аналітичних досліджень, представлених у Розд. 1, можна зробити висновок, що наукові розробки функціональних композицій, які містять комплекс фітоадаптогенів, є одиничними. Тому з метою створення ФК на першому етапі досліджень визначено якісний хімічний склад обраної рослинної сировини, що визначає її адаптогенну спрямованість.

Якісний склад діючих речовин листків обраних рослин (фітоадаптогенів) визначено хроматографічним методом. Результати досліджень наведено на рис. 3.1-3.4.

Аналіз хроматограми, зображеної на рис. 3.1, свідчить, що для гінкго дволопатевого характерним є накопичення максимальної кількості різноманітних сполук фенольної природи, основними серед яких є флавоноїди та їх глікозиди (F) і біфлавоноїди (bF), які і визначають його специфічну фармакологічну дію. Найбільш поширеними представниками флавоноїдів гінкго дволопатевого є флавонол-О-глікозиди: кемпферол-3-глікозид, кверцетин-3,7-диглікозид, кверцетин-3-глікозид, ізорамнетин-3-глікозид, міріцетин, гінкгетин, білобетин та інші, сумарний вміст яких становить 25%. Отже, аналізуючи дані хроматограми, можна зробити висновок, що листки гінкго дволопатевого являються продуцентом флавоноїдних речовин.

При розгляді хроматограми листків ехінацеї пурпурової, зображеної на рис. 3.2, можна зробити висновок, що листки ехінацеї містять фенолкарбонові кислоти, зокрема альдарові (кавова кислота, кафтарова, цикорієва та винна); сесквітерпеноїди, а також похідні фенілоцтового ряду.

Ginkgo biloba L.

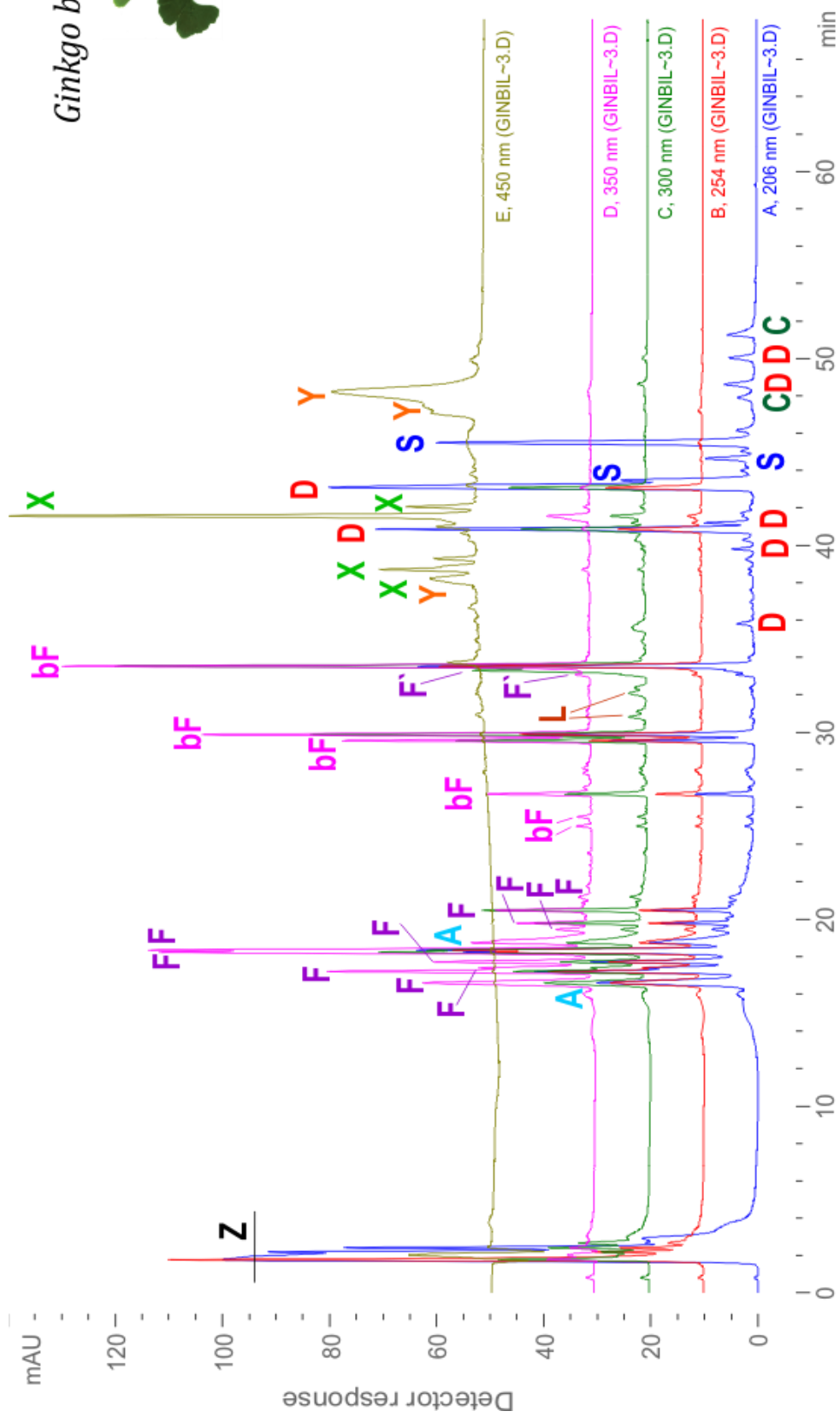


Рис. 3.1. Хроматограма листків гінкго дволопатевого

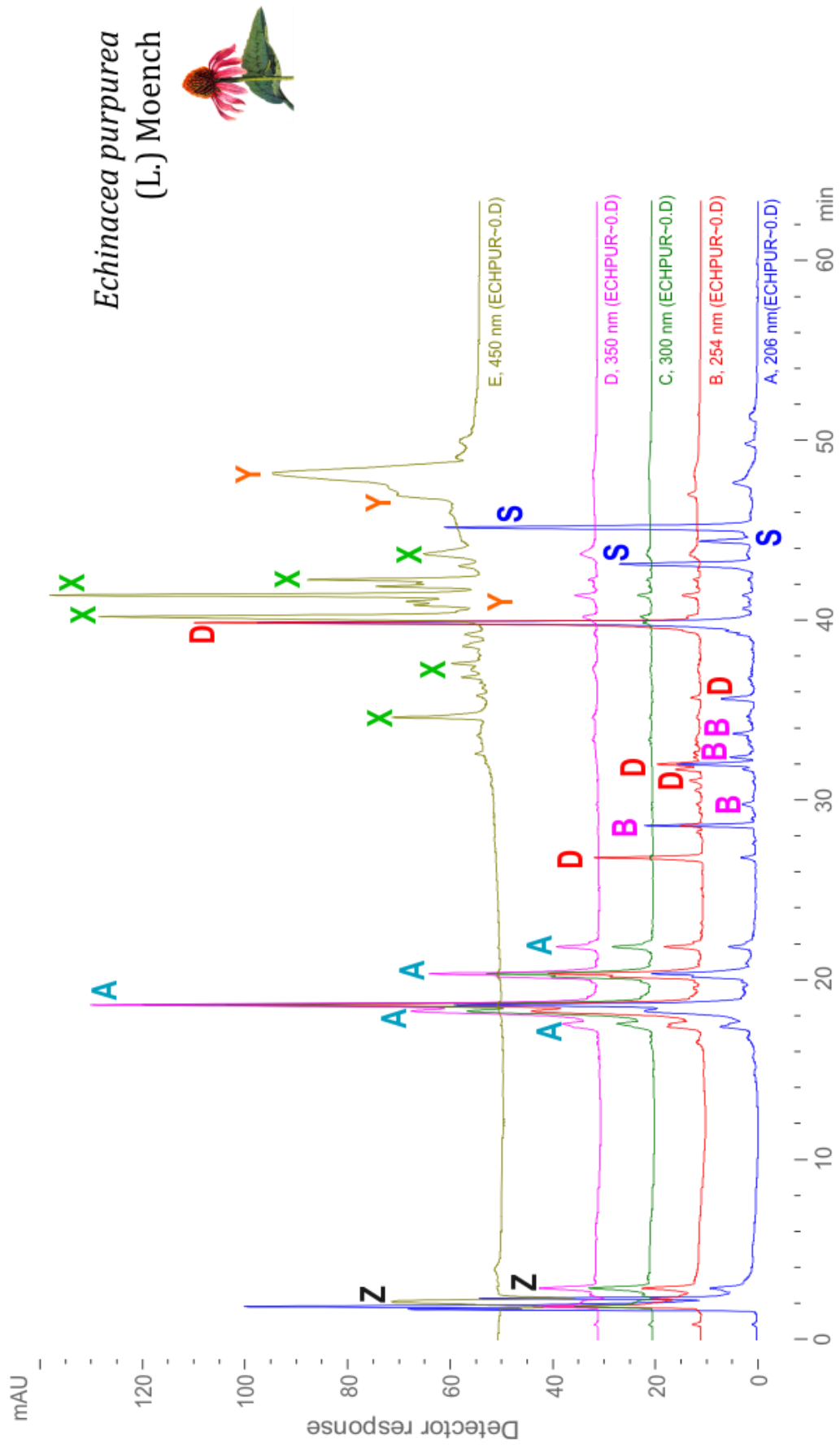


Рис. 3.2. Хроματοграма листків ехінацеї пурпурової

Aralia mandshurica Rupr. et Maxim.
/ *Aralia elata* (Miq.) Seem. /

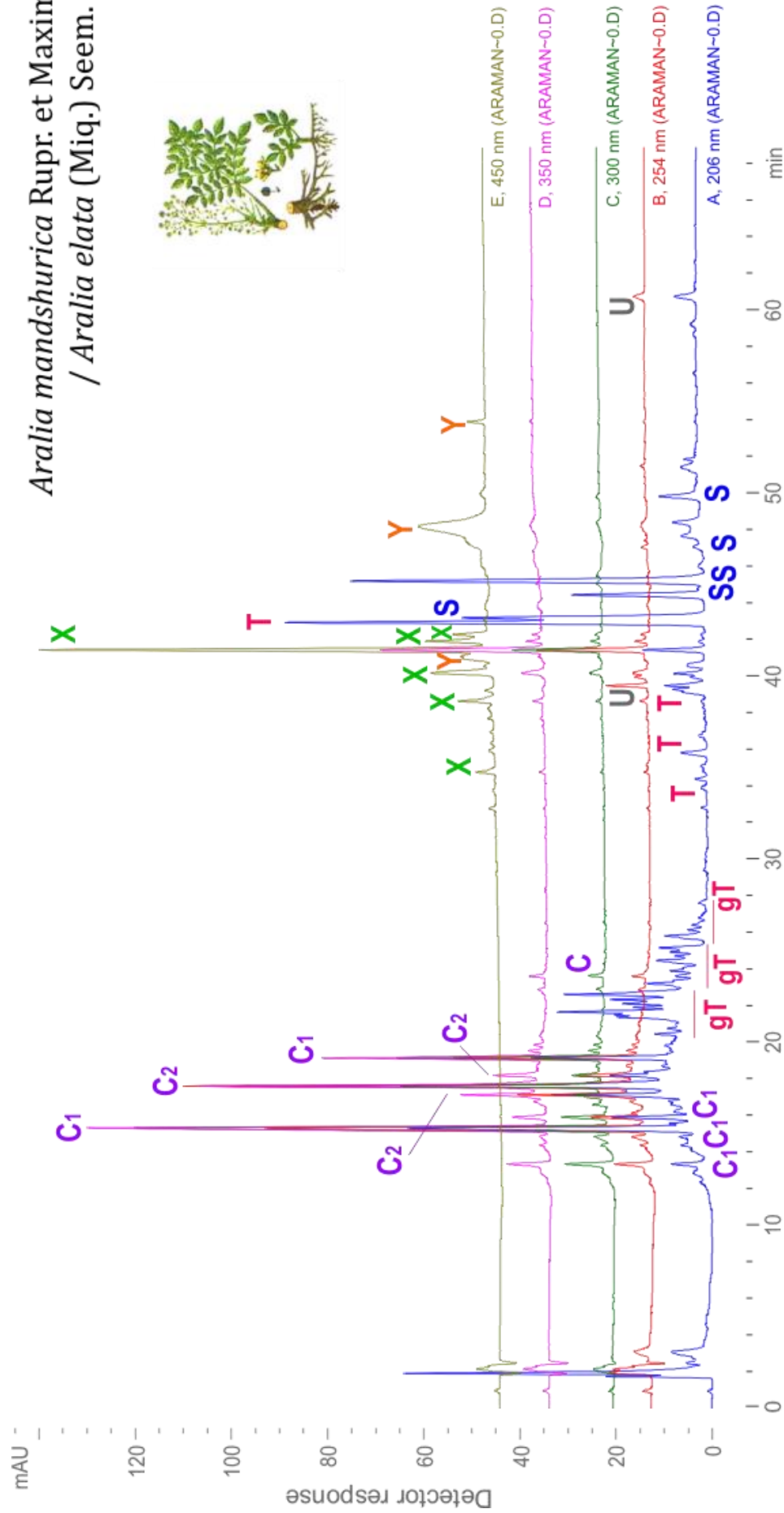


Рис. 3.3. Хроматограма листків аралії маньчжурської

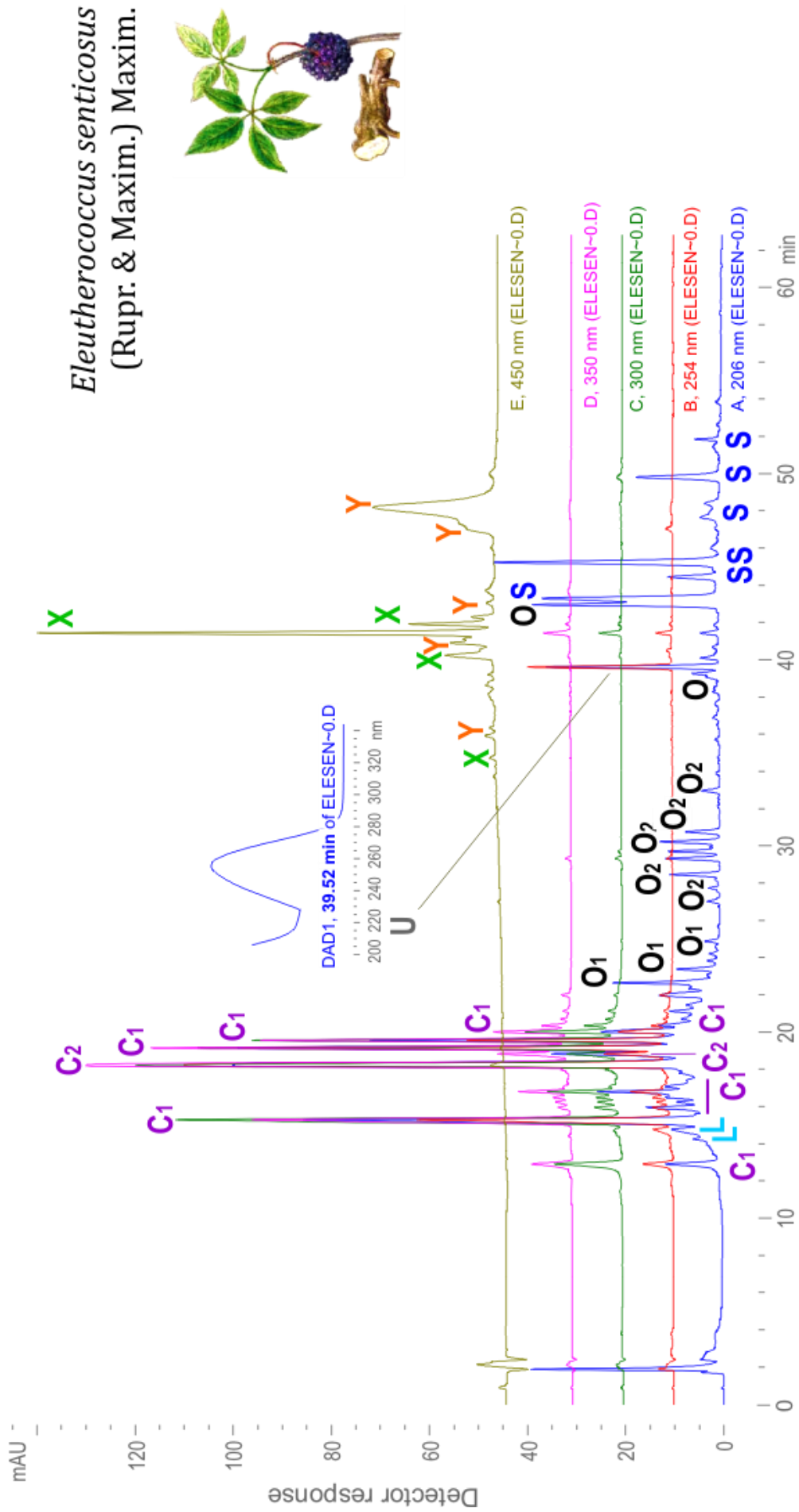


Рис. 3.4. Хроматограма листків елеутерококу колючого

Дані хроматограми листя аралії маньчжурської (рис. 3.3) свідчать про наявність в достатній кількості глікозидів фенілпропаноїдів (C_1), представлених, в основному, оксикоричними спиртами; кумаринів (C_2); тритерпеноїдів - тритерпенові глікозиди - аралозиди А, В і С, що стимулюють роботу ЦНС і імунну активність, надають антистресової дії і підвищують стійкість організму до несприятливих факторів зовнішнього середовища, гіпоксії та інфекції. На хроматограмі листків представлені також тритерпенові аглікони (Т); каротиноїди (У); стерини (S); хлорофіли (Х) та інші речовини (в невеликій кількості).

Отже, наведені дослідження дозволяють констатувати, що листки елеутерококу колючого містять глікозиди А, В, С, D, E, F, G, фенілпропаноїди (C_1) з вільними фенольними гідроксилами (хлорогенова кислота, коніферіловий альдегід, етиловий ефір кавової кислоти, синаповий спирт), з заміщеними (O_1 , O_2) фенольними групами (сірінгін), лігнани, елеутерозиди (D); тритерпеноїдні аглікони (O); кумарини (C_2), каротиноїди (У); хлорофіли та їх катаболіти (Х) і ін. Присутність даних речовин визначає широкий спектр біологічних властивостей елеутерококу колючого.

Аналіз хроматограм, зображених на рис. 3.1-3.4, дає можливість зробити висновок, що обрана рослинна сировина містить цілий комплекс цінних БАР, які проявляють адаптогенний ефект, зокрема, кілька груп фенольних сполук, пігментів, органічних кислот, жироподібних речовин тощо. Це дає підстави вважати доцільним проведення подальших досліджень зі створення ФК адаптогенної дії з використанням обраної рослинної сировини.

3.1.2. Вибір раціональних режимів сушіння рослинної сировини адаптогенної дії

Використання обраної рослинної сировини адаптогенної дії (фітоадаптогенів) ускладнюється сезонністю їх заготовки. Перспективним способом їх консервування є сушіння [224–228]. Сушіння у природних умовах – це довготривалий процес, який не завжди забезпечує належні показники якості готової

продукції через непостійність погодних умов. В зв'язку з цим використовують штучні способи сушіння [226, 228]. Найбільш поширеним і доступним методом штучного сушіння є конвективне, коли сушильним агентом виступає повітря, нагріте до температури 30...70°C [224, 226]. Даний спосіб може бути використаним в сушарках різної конструкції та потужності і без ускладнень реалізується у закладах ресторанного господарства (ЗРГ) [224, 227, 228].

З огляду на це, проведено дослідження з визначення раціональних режимів конвективного сушіння листків гінкго білоба, аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової та елеутерококу колючого. Режими сушіння підбирали за основними критеріями: швидкість руху повітря, товщина шару сировини, температура, тривалість сушіння.

Як дослідний матеріал використовували зелені неподрібнені листки обраних фітоадаптогенів. Сушіння здійснювали на сітках при таких значеннях параметрів: швидкість руху повітря – 1,8...2 м/с, товщина шару матеріалу – 10 мм, що витікає з рекомендацій літератури [224, 228].

Тривалість сушіння обраних рослин за різних температур процесу визначали за досягненням в дослідних зразках адаптогенів остаточного вологовмісту 10%. На підставі огляду літературних джерел [228] такий вміст вологи у рослинній сировині забезпечує її стійкість в процесі зберігання.

Для визначення раціональних режимів сушіння рослинної сировини обрано діапазон температур 30...60 °C, що обумовлено низькою термостабільністю хлорофілу і аскорбінової кислоти, які характеризуються заданою фізіологічною активністю. Крім того, руйнування хлорофілу призводить до зниження органолептичних показників рослинної сировини.

Залежність тривалості конвективного сушіння до остаточного вологовмісту 10%, а також від швидкості руху повітря і товщини шару та вмісту хлорофілу і аскорбінової кислоти (мг/100 г сухих речовин) в обраних фітоадаптогенах від температури процесу зображено на рис. 3.5-3.9 відповідно.

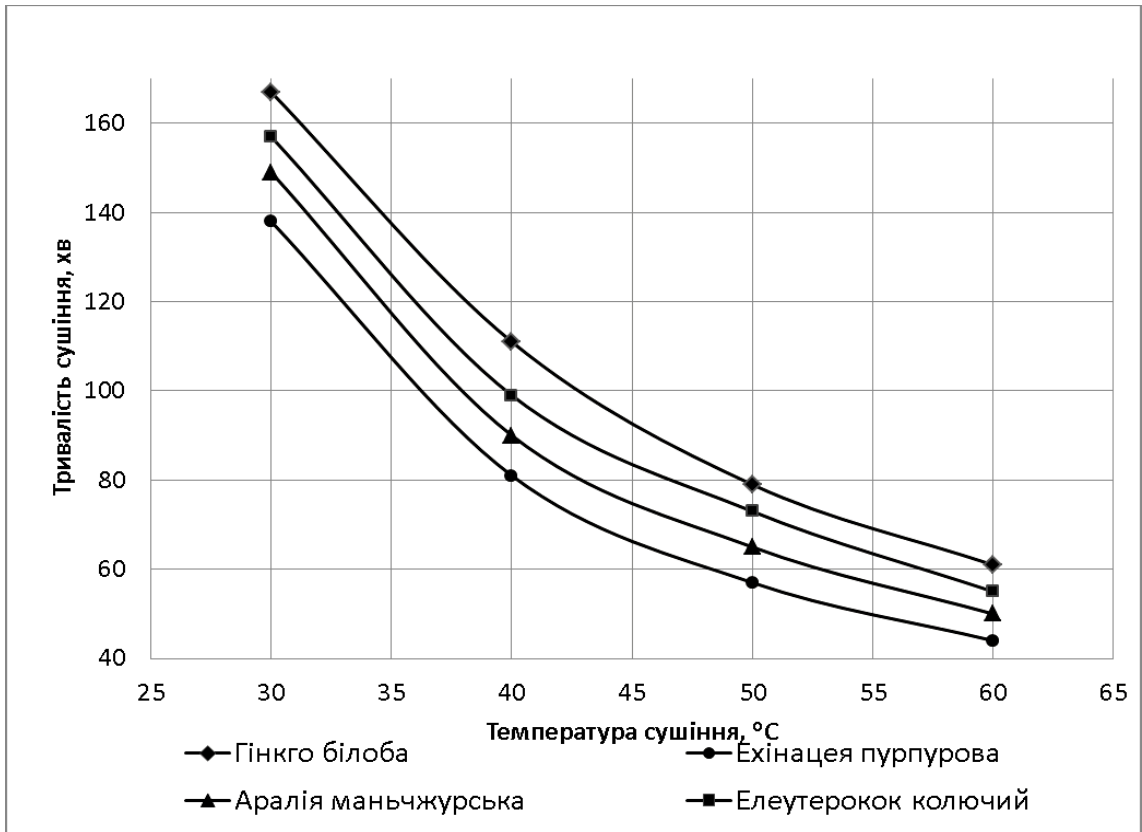


Рис. 3.5. Тривалість конвективного сушіння фітоадаптогенів за різних температур процесу

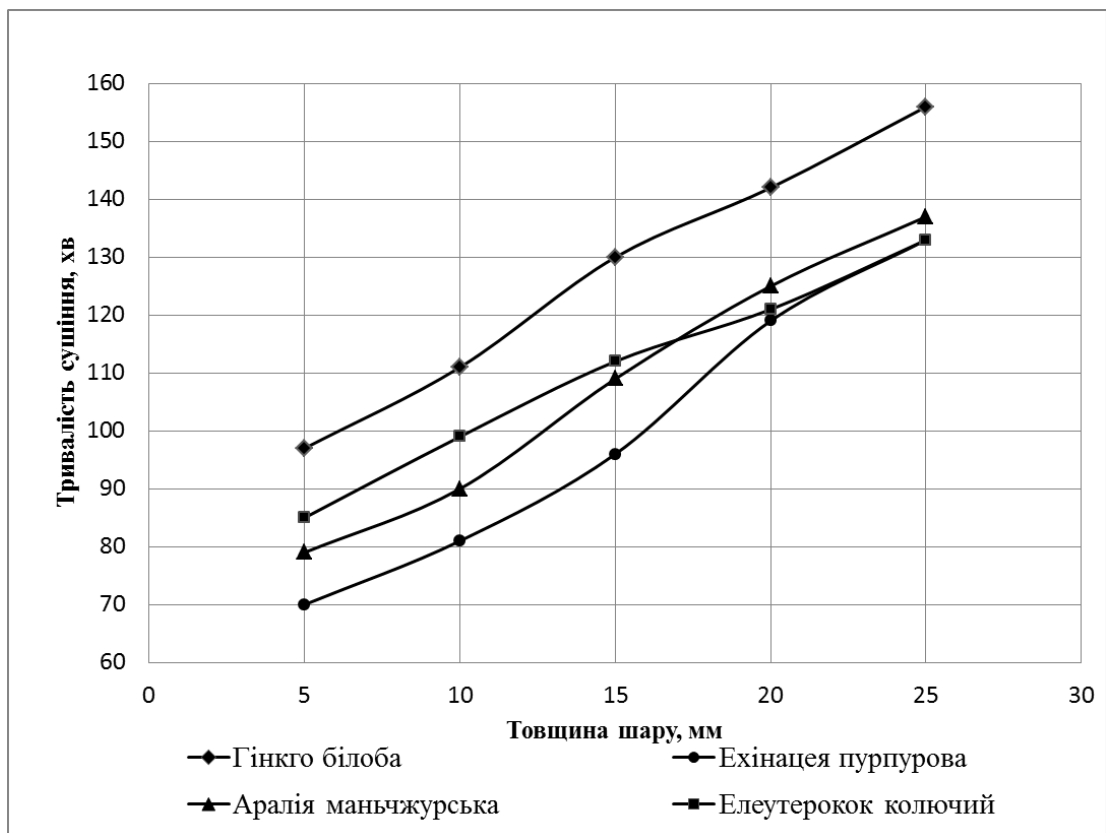


Рис. 3.6. Залежність тривалості сушіння від товщини шару

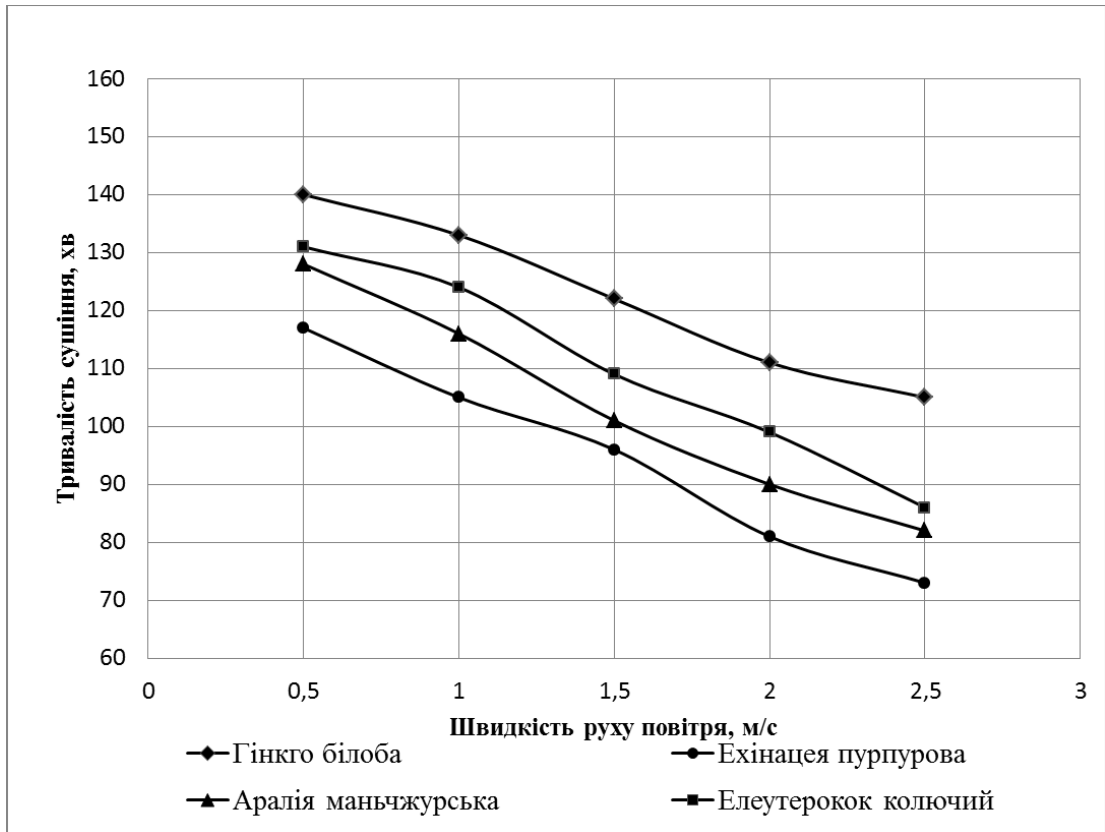


Рис. 3.7. Залежність тривалості сушіння від швидкості руху повітря

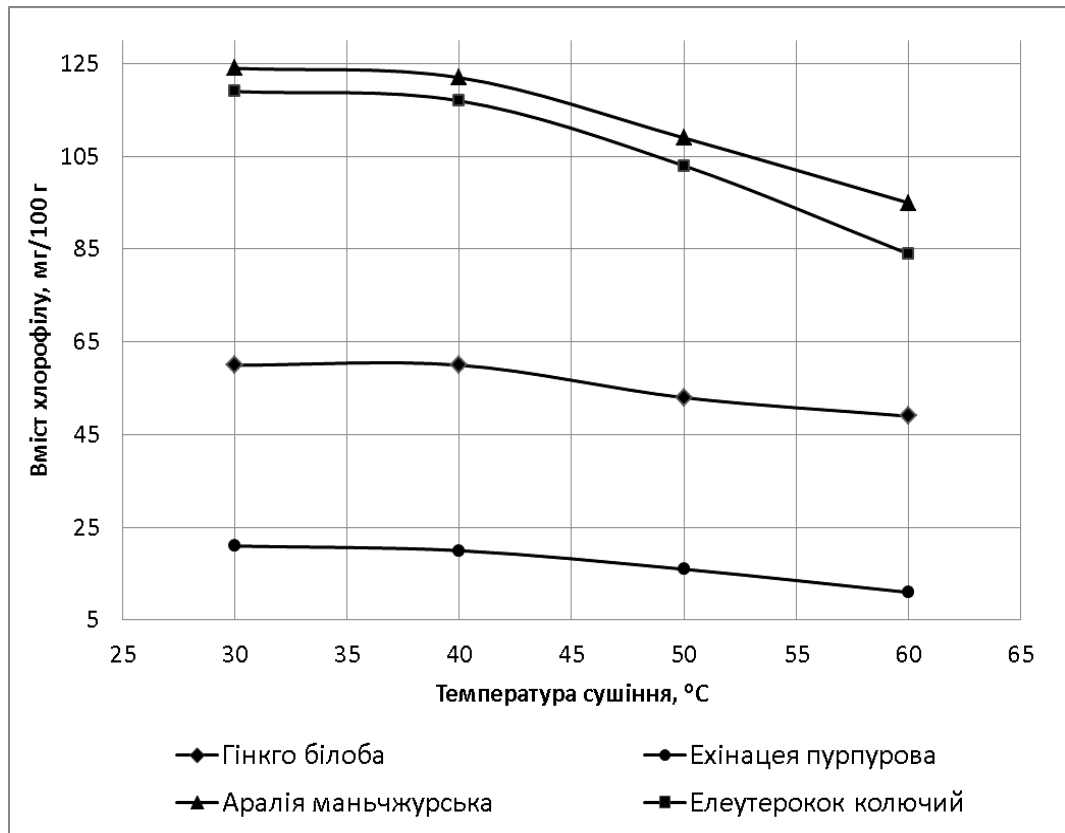


Рис. 3.8. Вміст хлорофілу в фітоадаптогенах за різних температур конвективного сушіння

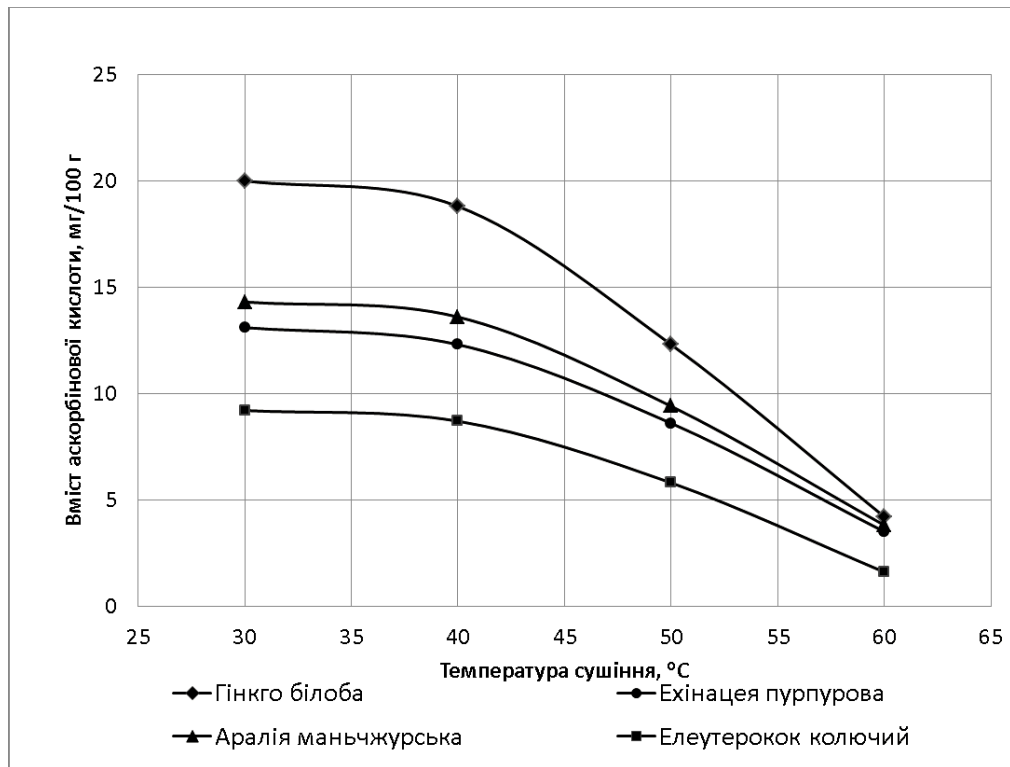


Рис. 3.9. Вміст аскорбінової кислоти в фітоадаптогенах за різних температур конвективного сушіння

З рис. 3.5 видно, що характер кривих однаковий для усіх видів обраної рослинної сировини. При температурах процесу 50 та 60 °C зневоднення дослідних зразків адаптогенів є інтенсивнішим, ніж при знижених температурах процесу. Проте, з даних рис.3.8-3.9 виходить, що з підвищенням температури вміст хлорофілу та аскорбінової кислоти знижується. В діапазоні температур 30...40°C це зниження є незначним. Однак, у разі підвищення температури до 50°C і вище їх втрати є суттєвими і становлять 11...31% для хлорофілу та 30...78% для аскорбінової кислоти.

Тривалість сушіння прямопропорційна товщині шару і швидкості руху повітря (рис. 3.6-3.7). Однак, якщо розглянути співвідношення відсотка приросту товщини шару і збільшення тривалості, то найбільш економічно вигідно вибирати товщину шару 10мм. При цьому товщина шару порівняно з попереднім показником збільшується на 100%, а тривалість на 14-16%, наступне збільшення товщини шару на 100% веде до збільшення тривалості на 21-42%. Швидкість руху повітря обмежує той фактор, що при сушінні рослинна

сировина стає дуже легкою, тому висока швидкість руху повітря призводить до її руху в сушарці.

Для визначення раціональних режимів сушіння оцінимо приріст виходу хлорофілу та аскорбінової кислоти на одиницю температури. Нехай w_i — вміст речовини при температурі сушіння T_i , а w_{i+1} — вміст при температурі T_{i+1} при послідовних значеннях температури. Тоді

$$E_i = \frac{w_{i+1} - w_i}{T_{i+1} - T_i} \quad (3.1)$$

можна назвати приростом речовини на одиницю температури в діапазоні $[T_i; T_{i+1}]$, мг / 100 г / °С.

Як видно з рис. 3.5-3.9, зі збільшенням температури вихід речовини знижується, тобто мають місце втрати, а не приріст. Для того, щоб позбавитись від'ємних значень помножимо (3.1) на -1:

$$E_i = - \frac{w_{i+1} - w_i}{T_{i+1} - T_i} \quad (3.2)$$

Формула (3.2) дозволяє оцінити рівень втрат речовин при зростанні температури процесу.

Результати розрахунку за формулою (3.2) наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Втрати хлорофілу і аскорбінової кислоти в рослинній сировині за різних температур сушіння

| Температура сушіння, °С | Тривалість сушіння, хв | Вміст хлорофілу, мг / 100 г | Вміст аскорбінової кислоти, мг / 100 г | Діапазон температур | Втрати хлорофілу на одиницю температури, мг / 100 г / °С | Втрати аскорбінової кислоти на одиницю температури, мг / 100 г / °С |
|-------------------------|------------------------|-----------------------------|--|---------------------|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Гінкго білоба | | | | | | |
| 30 | 167 | 60±3,2 | 20±1,2 | 30-40 | 0 | 0,12 |
| 40 | 111 | 60±4,3 | 18,8±0,9 | 40-50 | 0,7 | 0,65 |
| 50 | 79 | 53±2,8 | 12,3±0,8 | 50-60 | 0,4 | 0,81 |
| 60 | 61 | 49±2,1 | 4,2±0,1 | | | |

Продовження табл. 3.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------------|-----|----------|----------|-------|-----|------|
| Ехінацея пурпурова | | | | | | |
| 30 | 138 | 21±1,4 | 13,1±0,9 | 30-40 | 0,1 | 0,08 |
| 40 | 81 | 20±1,7 | 12,3±1,1 | 40-50 | 0,4 | 0,37 |
| 50 | 57 | 16±1,2 | 8,6±0,2 | 50-60 | 0,5 | 0,51 |
| 60 | 44 | 11±1,3 | 3,5±0,1 | | | |
| Аралія маньчжурська | | | | | | |
| 30 | 149 | 124±10,0 | 14,3±0,8 | 30-40 | 0,2 | 0,07 |
| 40 | 90 | 122±9,2 | 13,6±0,6 | 40-50 | 1,3 | 0,42 |
| 50 | 65 | 109±8,3 | 9,4±0,6 | 50-60 | 1,4 | 0,56 |
| 60 | 50 | 95±6,2 | 3,8±0,1 | | | |
| Елеутерокок колючий | | | | | | |
| 30 | 157 | 119±7,3 | 9,2±0,4 | 30-40 | 0,2 | 0,05 |
| 40 | 99 | 117±9,8 | 8,7±0,3 | 40-50 | 1,4 | 0,29 |
| 50 | 73 | 103±8,2 | 5,8±0,1 | 50-60 | 1,9 | 0,42 |
| 60 | 55 | 84±7,5 | 1,6±0,1 | | | |

Графічно представимо результати обчислень на рис. 3.10 та .3.11.

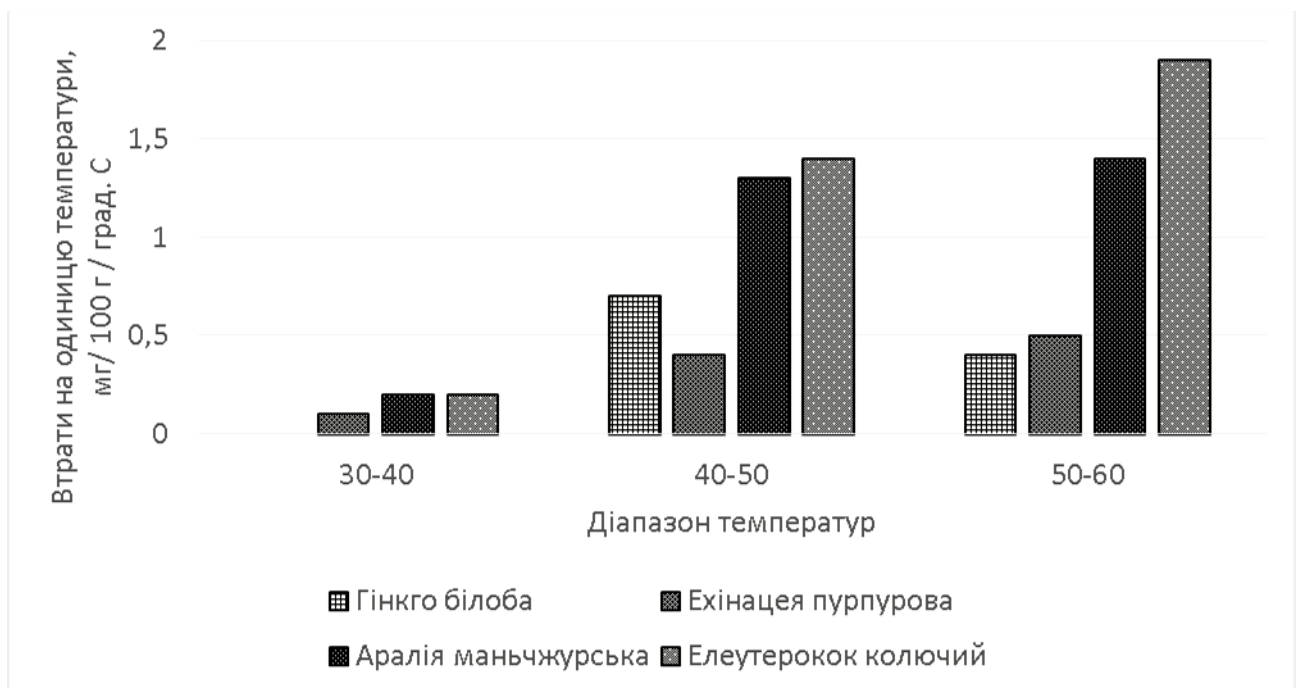


Рис. 3.10. Втрати хлорофілу на одиницю температури

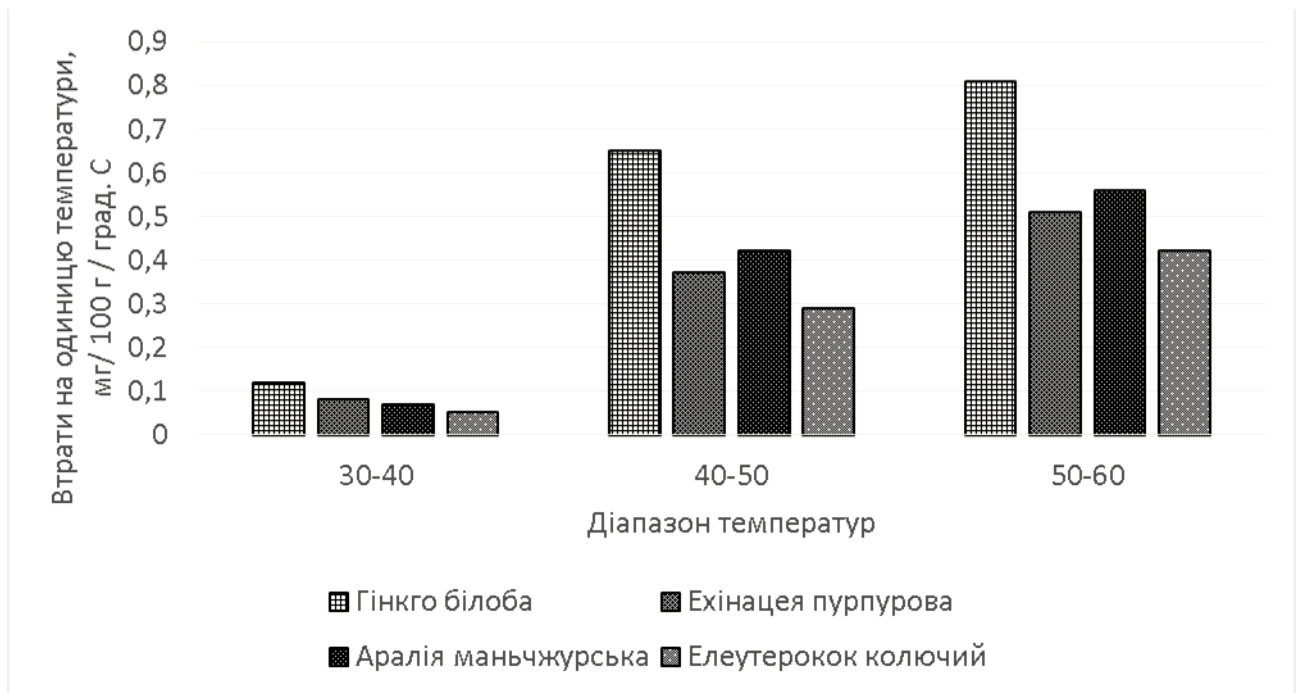


Рис. 3.11. Втрати аскорбінової кислоти на одиницю температури

З рис. 3.10 та 3.11 можна зробити висновок, що в діапазоні температур 30...40°C втрати хлорофілу та аскорбінової кислоти суттєво менші. Тому температуру сушіння раціонально обрати саме в цьому діапазоні. Зважаючи на вимоги технологічності доцільно обрати значення температури, при якому витрачається менше часу на процес конвективного сушіння.

На основі отриманого комплексу даних можна зробити висновок, що раціональними режимами конвективного сушіння фітоадаптогенів є: температура 40 °C, швидкість руху повітря – 1,8...2 м/с, товщина шару матеріалу – 10 мм. При цьому тривалість процесу становить 81...111 хв залежно від виду обраної сировини. За даних умов вміст хлорофілу і аскорбінової кислоти є максимальними, а тривалість процесу мінімальною.

Таким чином, на підставі проведених досліджень обрано раціональні режими конвективного сушіння рослин адаптогенної дії, що дозволяють максимально зберегти аскорбінову кислоту і хлорофіл при найменшій тривалості процесу.

3.1.3. Дослідження хімічного складу сушеної рослинної сировини

Фармакологічна активність великої кількості рослинної сировини в більшості випадків зумовлена фенольними сполуками, рослинними пігментами, пектиновими речовинами, вітамінами антиоксидантної дії та їх попередниками [229].

Фізіологічна роль фенольних сполук, в першу чергу, пов'язана з антирадикальними та антиоксидантними властивостями [179, 230].

Фенольні сполуки зустрічаються у всіх органах рослин, але найбільше їх міститься в активно функціонуючих органах – листках, квітках і незрілих плодах. В зв'язку з вищесказаним доцільним є вивчення якісного та кількісного складу фенольних речовин обраної рослинної сировини.

Кількісний вміст різних груп фенольних сполук у листках елеутерококу колючого, аралії маньчжурської, гінкго дволопатевого та ехінацеї пурпурової зображено на рис. 3.12-.3.14 відповідно.

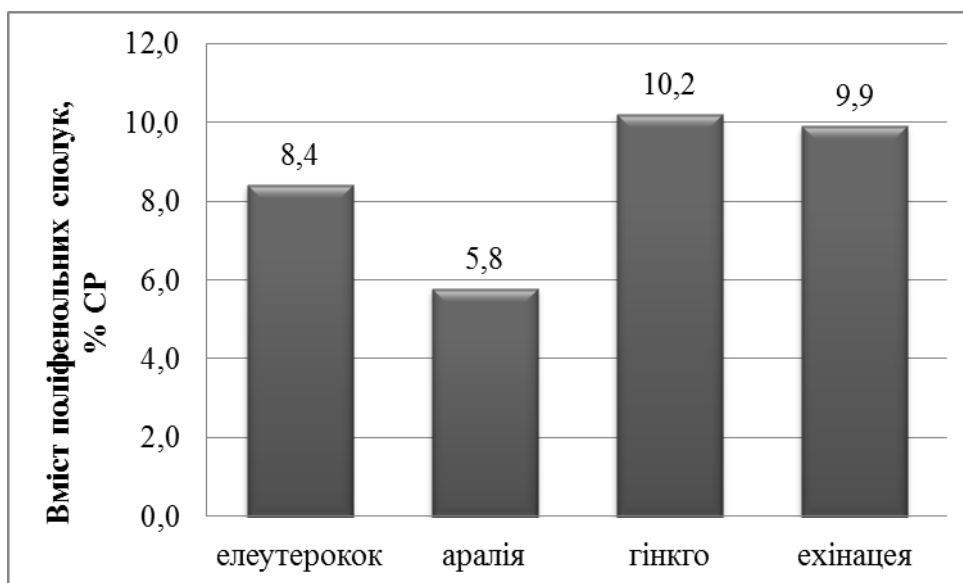


Рис. 3.12. Вміст поліфенольних сполук у фітоадаптогенах

З рис. 3.12 можна зробити висновок, що найбільша кількість поліфенольних сполук ($10,2 \pm 0,2\%$) від загального вмісту сухих речовин міститься у листках гінкго дволопатевого. У листках ехінацеї пурпурової вміст цих сполук становить $9,9 \pm 0,1\%$. Найменший вміст зафіксовано у листках аралії маньчжурської, де поліфенольних сполук міститься $5,8 \pm 0,4\%$, що на 43...44% менше порівняно з листками гінкго. Листки елеутерококу колючого

містять $8,4 \pm 0,2\%$ поліфенольних сполук, що на 17...18% менше порівняно з листками гінкго та 31...32% більше порівняно з листками ехінацеї.

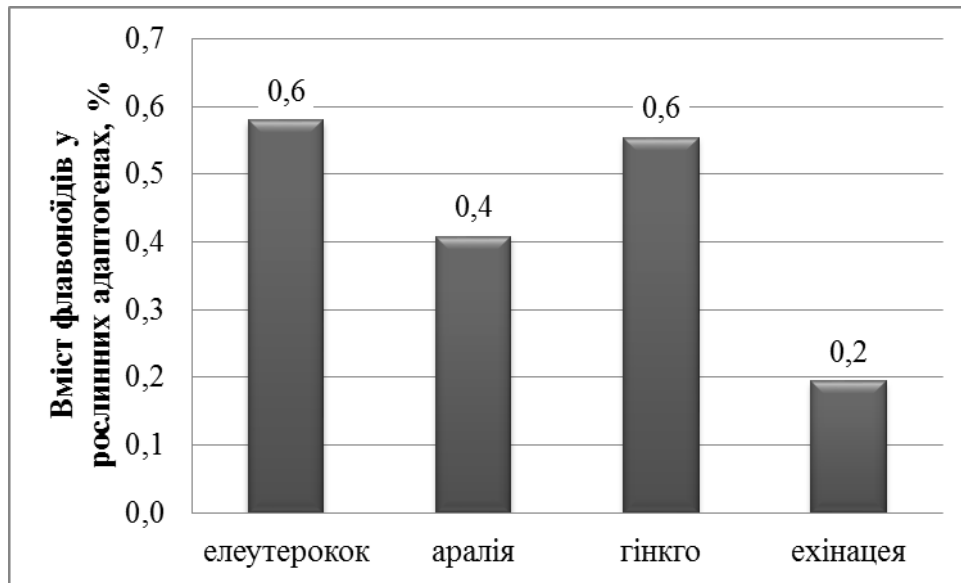


Рис. 3.13. Вміст флавоноїдів у фітоадаптогенах

На рис. 3.13 видно, що вміст флавоноїдів є найменшим у листках ехінацеї та становить $0,2 \pm 0,03\%$. На другому місці листки аралії, у яких вміст флавоноїдів становить $0,4 \pm 0,04\%$, що на 50...51% більше порівняно з ехінацеєю. Вміст флавоноїдів у листках елеутерококу та гінкго практично однаковий та становить близько $0,6 \pm 0,05\%$.

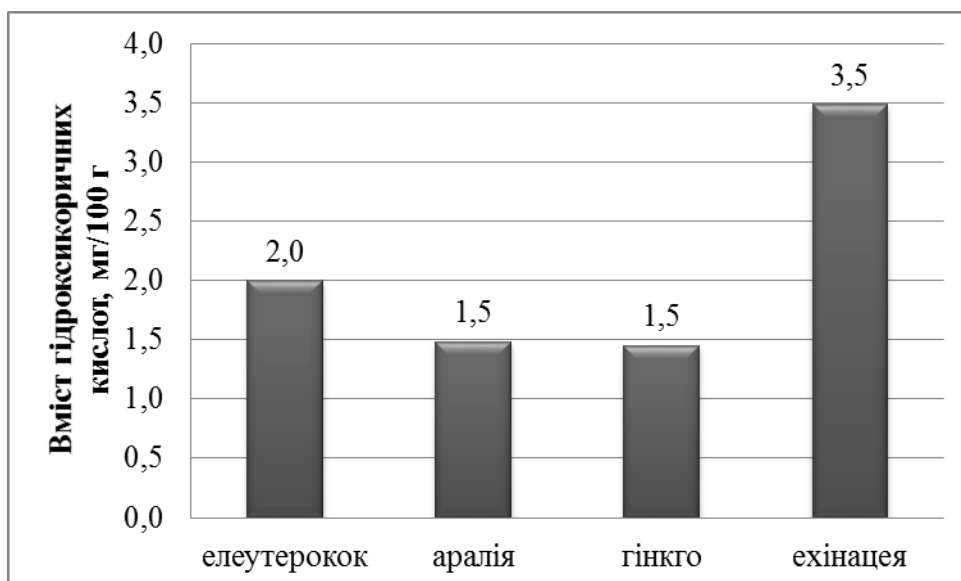


Рис. 3.14. Вміст гідроксикоричних кислот у фітоадаптогенах

З рис. 3.14 виходить, що найбільше гідроксикоричних кислот міститься у листках ехінацеї $3,5 \pm 0,2\%$. Листки елеутерококу містять гідроксикоричних

кислот на 42...43% менше порівняно з листками ехінацеї, їх вміст становить $2,0 \pm 0,1\%$. Листки аралії та гінкго накопичують приблизно однакову кількість гідроксикоричних кислот – $1,5 \pm 0,1\%$ та $1,5 \pm 0,2\%$ відповідно.

Сапоніни відносяться до групи фенольних речовин, зокрема поліфенольних сполук та глікозидів. Залежно від будови сапоніни поділяють на стероїдні та тритерпенові [231]. Вони мають широкий спектр фармакологічної дії: проявляють тонізуючу, стимулюючу, седативну, протизапальну, адаптогенну та інші властивості [231–233]. До рослин-сапоніноносів відносять женьшень, аралію маньчжурську, солодку голу, синуху блакитну, діоскорею кавказьку, заманиху високу тощо [231]. Вони широко використовуються з лікувальною та профілактичною метою у традиційній та народній медицині як сировина для виготовлення лікарських засобів [232, 233].

В зв'язку з тим, що з обраних рослин сапоніни містяться тільки в аралії маньчжурській [135, 136], то визначення їх вмісту доцільно проводити тільки у листках даної рослини. За результатами наших досліджень, вміст сапонінів у листках аралії маньчжурської становить $2,5 \pm 0,1 \text{ мг}\%$.

На основі досліджень з вивчення фенольних комплексів можна зробити висновок, що у листках кожної з досліджуваних рослин накопичуються різні групи фенольних сполук. Поліфенольні сполуки найкраще накопичують листки гінкго, флавоноїди – листки гінкго та елеутерококу, гідроксикоричні кислоти – листки ехінацеї. Листки аралії містять найменшу кількість фенольних сполук порівняно з іншими досліджуваними рослинами.

Деякі пігменти рослинної сировини мають високу фізіологічну активність, зокрема антиоксидантну, яка є складовою адаптогенної дії. Найпоширенішими їх представниками, виявленими в зеленій масі рослин, є хлорофіли та каротиноїди.

Особливості фармакологічної дії хлорофілів описано вище, тому доцільно зупинитись на значенні каротиноїдів для організму людини.

Каротиноїди – оранжеві і жовті пігменти рослин, які знаходяться у хлоропластах і хромопластах [234]. Каротиноїди є найбільш розповсюдженою, численною та важливою групою природних пігментів [235]. За своєю хімічною природою каротиноїди відносяться до тетратерпенів [234, 235]. Каротиноїди поділяють на дві групи: каротини та ксантофіли, які включають в себе більше 300 видів [234, 235]. Деякі з них є вітамінами та беруть участь у процесі фотосинтезу [95].

Каротиноїди проявляють антиоксидантну, радіопротекторну, антимуtagenну, антиканцерогенну та протиалергійну активності, стимулюють обмін речовин в печінці та серцевому м'язі, беруть активну участь в окисно-відновних реакціях у клітинах, проявляють імуномодулюючу дію, підвищують резистентність організму до мутагенів і канцерогенів, знижують вікові дегенеративні зміни у тканинах [235, 236].

Вміст каротиноїдів у досліджуваній рослинній сировині зображено на рис. 3.15.

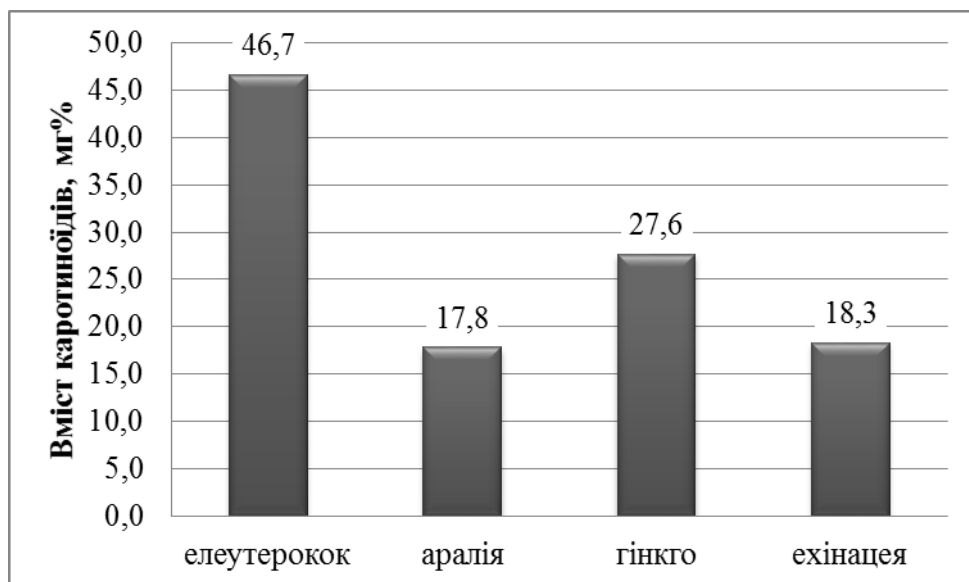


Рис. 3.15. Вміст каротиноїдів у фітоадаптогенах

З рис. 3.15 можна зробити висновок, що найбільш багатими на каротиноїди є листки елеутерококу, їх вміст становить $46,7 \pm 0,4$ мг% від маси сухих речовин. У листках гінкго їх вміст становить $27,6 \pm 0,1$ мг%, тобто на 40...41% менше порівняно з листками елеутерококу. Листки ехінацеї та аралії

містять найменше каротиноїдів – $18,3 \pm 0,1$ та $17,8 \pm 0,3$ мг% відповідно, що на 60...61% менше порівняно з листками елеутерококу.

Вміст хлорофілів у листках елеутерококу колючого, аралії маньчжурської, гінкго дволопатевого та ехінацеї пурпурової наведено на рис. 3.16.

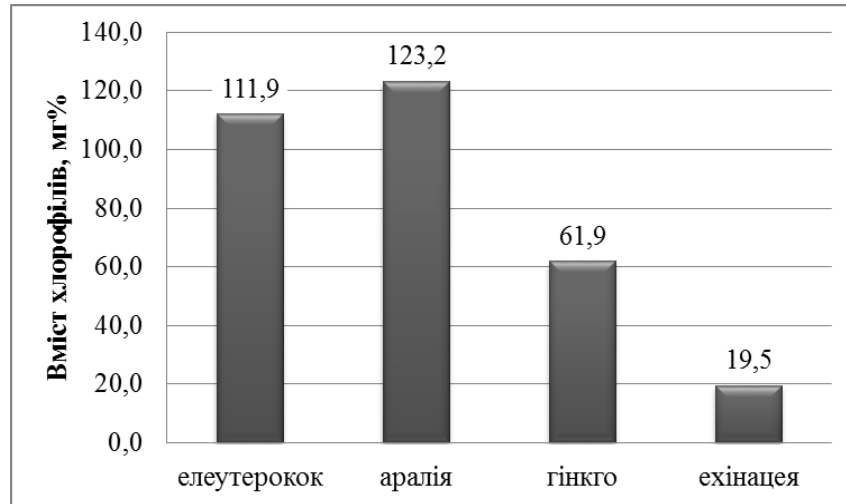


Рис. 3.16. Вміст хлорофілів у фітоадаптогенах

Отже, показано (рис. 3.16), що найбільший вміст хлорофілів зафіксовано у листках аралії – $123,2 \pm 0,2$ мг%, у листках ехінацеї їх міститься в 6,3 рази менше – $19,5 \pm 0,3$ мг%. Листки елеутерококу містять $111,9 \pm 0,2$ мг% хлорофілів, а гінкго – $61,9 \pm 0,1$ мг%.

За даними літератури [100, 162] відомо, що біофлавоноїди в комплексі з полісахаридами, зокрема пектиновими речовинами, вважаються одними з найкращих імуномодуляторів та антиоксидантів. Крім того, вони проявляють значну стимулюючу захисну та біосорбційну активність щодо різноманітних шкідливих чинників. Маючи пролонгуючий ефект, пектинові речовини підсилюють дію інших БАР.

Дослідження вмісту пектинових речовин у листках елеутерококу колючого, аралії маньчжурської, гінкго дволопатевого та ехінацеї пурпурової наведено на рис. 3.17.

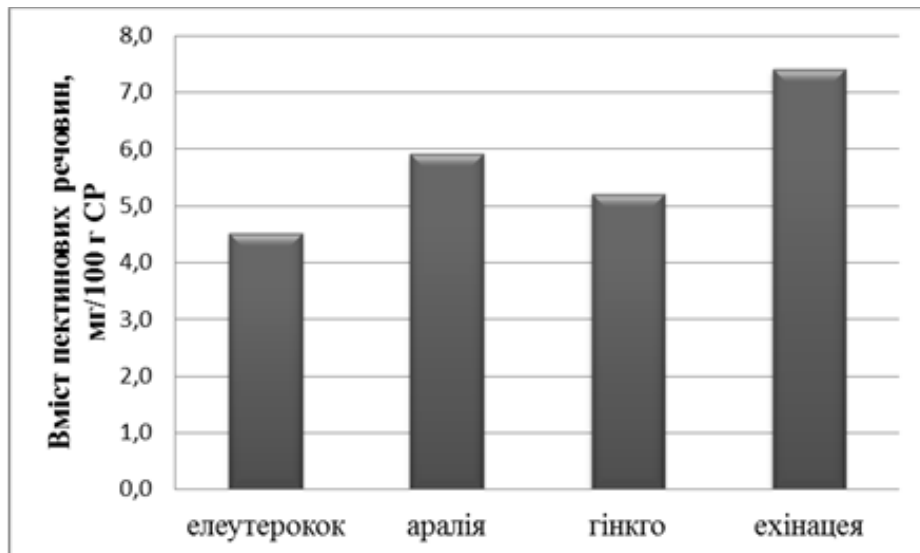


Рис. 3.17. Вміст пектинових речовин у фітоадаптогенах

Кількісний вміст пектинових речовин у досліджуваній сировині (рис. 3.17) коливається в межах $(4,5...7,4) \pm 0,1$ мг/100 г на сухі речовини. Найбільшу кількість пектинових речовин накопичують листки ехінацеї пурпурової ($7,4 \pm 0,2$ мг/100г), найменшу – елеутерококу колючого ($4,5 \pm 0,1$ мг/100г).

Вміст аскорбінової кислоти в досліджуваних фітоадаптогенах показано на рис. 3.18.

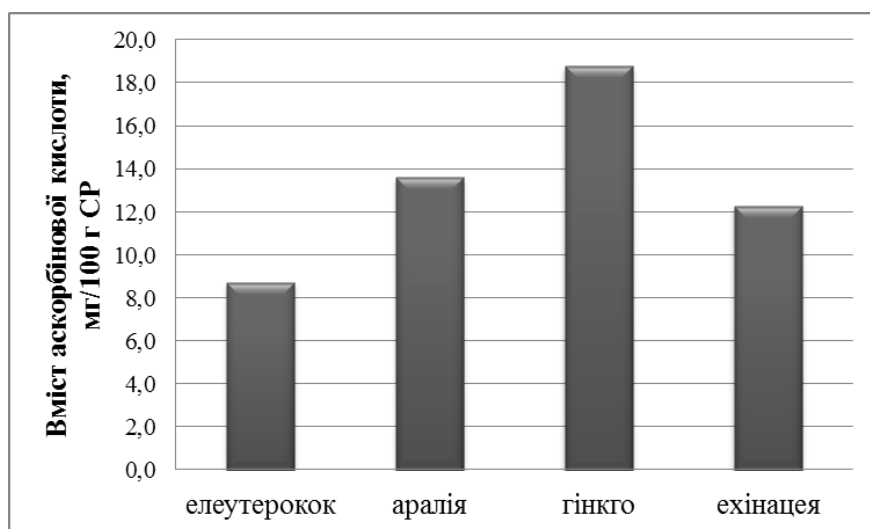


Рис. 3.18. Вміст аскорбінової кислоти у фітоадаптогенах

Найбільшу кількість аскорбінової кислоти (рис. 3.18) накопичують листки гінкго дволопатевого $18,8 \pm 0,3$ мг/100г, найменшу – листки елеутерококу колючого – $8,7 \pm 0,1$ мг/100г. Вміст аскорбінової кислоти в

листках аралії та ехінацеї коливається в межах 12-13 мг/100г. Отже, наявність у листках досліджуваних рослин аскорбінової кислоти буде підсилювати адаптогенний ефект обраної рослинної сировини.

Основним призначенням фітоадаптогенів є забезпечення антиоксидантного ефекту, що дозволяє зменшити кількість продуктів ПОЛ, підвищити стійкість до нестачі кисню, стимулювати ЦНС, послабити токсичну дію більшості хімічних агентів в організмі людини. Виходячи з цього, досліджено загальну антиоксидантну активність сушеної рослинної сировини (рис. 3.19).

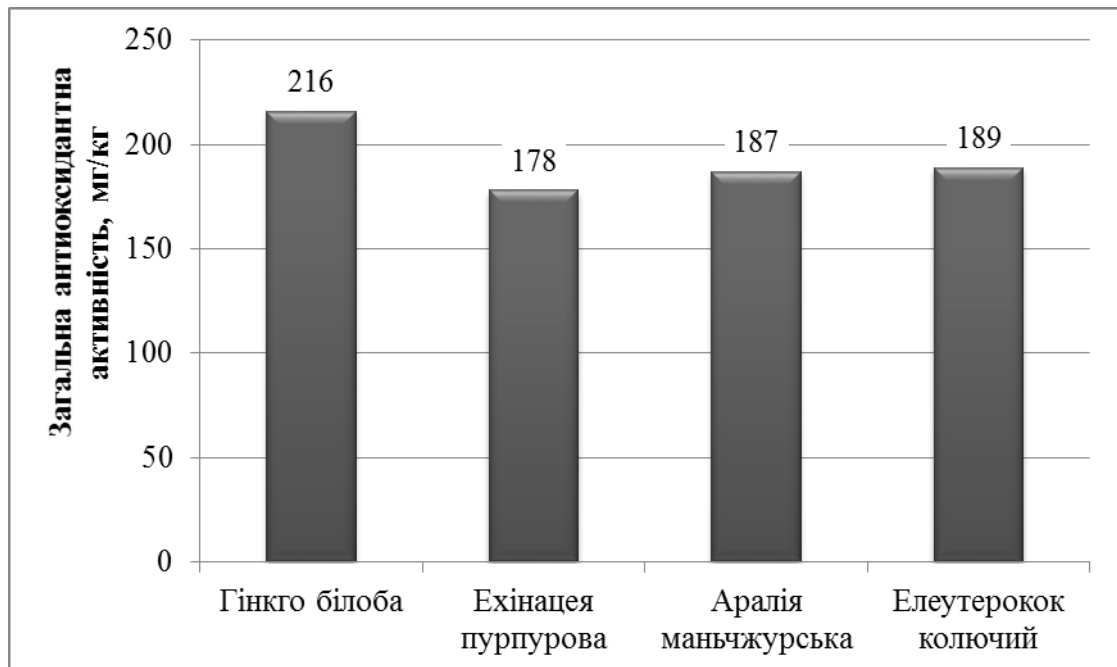


Рис. 3.19. Загальна антиоксидантна активність фітоадаптогенів

Аналізуючи дані рис. 3.19, можна зробити висновок, що обрана рослинна сировина характеризується високою антиоксидантною активністю, яка наближена за значеннями до кверцетину, антиоксидантна активність якого становила 195 мг/кг. Це підтверджує наявність у ній адаптогенних властивостей.

Таким чином, обрана рослинна сировина є багатим джерелом БАР антиоксидантної дії, зокрема, різних груп фенольних сполук, фізіологічно активних пігментів, аскорбінової кислоти. Багатий хімічний склад сушеної сировини (гінкго дволопатевого, ехінацеї пурпурової, аралії маньчжурської та

елеутерококу колючого) дозволяє розглядати її як комплекс біологічно активних речовин для створення дієтичних добавок та продуктів функціонального призначення, зокрема для створення ФК.

3.1.4. Оптимізація рецептурного складу ФК адаптогенної дії

Адаптогенна дія ФК обумовлюється багатьма критеріями, визначальними серед яких є антиоксидантна активність. Враховуючи те, що антиоксидантний ефект формує велика кількість мікронутрієнтів, зокрема фенольні сполуки, окремі вітаміни, амінокислоти, мінеральні речовини, пігменти тощо, їх неможна звести до одного числа, доцільно використовувати показник загальної антиоксидантної активності, який комплексно характеризує дію всіх сполук даного спрямування.

Для створення рецептури ФК адаптогенної дії з обраної рослинної сировини необхідно виконати оптимізацію співвідношення її компонентів. У зв'язку з цим критеріями оптимізації обрано загальну антиоксидантну активність \tilde{Y}_1 та вміст поліфенольних сполук в сировині \tilde{Y}_2 . Як фактори варіювання обрано співвідношення обраних компонентів.

Для оптимізації обрано метод найменших квадратів з використанням експериментальних даних загальної антиоксидантної активності та вмісту поліфенольних сполук в компонентах ФК (табл. 3.2), при цьому обидва показники були виражені в однаковій розмірності (мг/кг).

Таблиця 3.2

Загальна антиоксидантна активність та вміст поліфенольних сполук в компонентах суміші

| Компонент суміші | Загальна антиоксидантна активність, мг/кг | Вміст поліфенольних сполук, мг/кг |
|---------------------|---|-----------------------------------|
| Гінкго білоба | 216 ± 20 | 102140 ± 5000 |
| Ехінацея пурпурова | 178 ± 10 | 99220 ± 2030 |
| Аралія маньчжурська | 187 ± 15 | 58020 ± 2110 |
| Елеутерокок колючий | 189 ± 13 | 84260 ± 3450 |

За даними табл. 3.2 складено рівняння регресії, що описують залежності наведених показників від відсоткового вмісту компонентів суміші. Так,

загальна антиоксидантна активність суміші може бути описана математичною моделлю вигляду (3.3):

$$\tilde{Y}_1 = 216X_1 + 178X_2 + 187X_3 + 189X_4, \quad (3.3)$$

де \tilde{Y}_1 - загальна антиоксидантна активність суміші, мг/кг;

X_1 - вміст гінкго білоба, %/100;

X_2 - вміст ехінацеї пурпурової, %/100;

X_3 - вміст аралії маньчжурської, %/100;

X_4 - вміст елеутерококу колючого, %/100.

Вміст поліфенольних сполук \tilde{Y}_2 описується рівнянням (3.4):

$$\tilde{Y}_2 = 102140X_1 + 99220X_2 + 58020X_3 + 84260X_4. \quad (3.4)$$

В цьому випадку умова задачі багатокритеріальної оптимізації буде мати такий вигляд: знайти максимум цільових функцій

$$\tilde{Y}_1, \tilde{Y}_2 \rightarrow \max \quad (3.5)$$

за лінійних обмежень:

$$\sum_{i=1}^4 X_i = 0; \quad 0 < X_i < 1, \quad i = \overline{1;4}. \quad (3.6)$$

Застосовуючи надбудову gamultiobj математичного пакету MATLAB, яка реалізовує генетичний алгоритм для розв'язання багатокритеріальних задач оптимізації [219], отримано результат, наведений в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Оптимальні співвідношення компонентів суміші

| № | \tilde{Y}_1 , мг/кг | \tilde{Y}_2 , мг/кг | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 |
|---|-----------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 197,5454 | 89195,8347 | 0,4047 | 0,1968 | 0,2031 | 0,1965 |
| 2 | 197,4293 | 89619,4863 | 0,4044 | 0,2081 | 0,1931 | 0,1954 |
| 3 | 197,2762 | 89789,9290 | 0,4021 | 0,2172 | 0,1903 | 0,1914 |
| 4 | 197,5444 | 89214,5021 | 0,4048 | 0,1971 | 0,2026 | 0,1966 |
| 5 | 197,4122 | 89672,5590 | 0,4043 | 0,2099 | 0,1921 | 0,1946 |

Продовження табл. 3.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|----------|------------|--------|--------|--------|--------|
| 6 | 197,4262 | 89633,9099 | 0,4044 | 0,2087 | 0,1929 | 0,1950 |
| 7 | 197,4981 | 89470,4152 | 0,4049 | 0,2028 | 0,1961 | 0,1972 |
| 8 | 197,5424 | 89249,2495 | 0,4049 | 0,1977 | 0,2016 | 0,1968 |
| 9 | 197,4862 | 89493,6415 | 0,4048 | 0,2037 | 0,1957 | 0,1969 |
| 10 | 197,5047 | 89432,3165 | 0,4049 | 0,2019 | 0,1971 | 0,1971 |
| 11 | 197,3797 | 89700,6161 | 0,4038 | 0,2117 | 0,1917 | 0,1939 |
| 12 | 197,5292 | 89319,4962 | 0,4049 | 0,1993 | 0,1999 | 0,1969 |
| 13 | 197,5409 | 89284,2080 | 0,4050 | 0,1982 | 0,2007 | 0,1971 |
| 14 | 197,2762 | 89789,9290 | 0,4021 | 0,2172 | 0,1903 | 0,1914 |
| 15 | 197,3142 | 89747,9131 | 0,4027 | 0,2149 | 0,1910 | 0,1924 |
| 16 | 197,5107 | 89403,1390 | 0,4049 | 0,2011 | 0,1977 | 0,1973 |
| 17 | 197,4552 | 89545,7388 | 0,4046 | 0,2060 | 0,1949 | 0,1955 |
| 18 | 197,5454 | 89195,8347 | 0,4047 | 0,1968 | 0,2031 | 0,1965 |
| 19 | 197,5165 | 89390,0364 | 0,4049 | 0,2008 | 0,1981 | 0,1972 |
| 20 | 197,4433 | 89598,0657 | 0,4046 | 0,2065 | 0,1930 | 0,1969 |
| 21 | 197,3479 | 89727,7106 | 0,4033 | 0,2133 | 0,1913 | 0,1931 |

Результат оптимізації є множиною із 21 співвідношення, які є оптимальними за Парето. Графічно вони представлені на рис. 3.20.

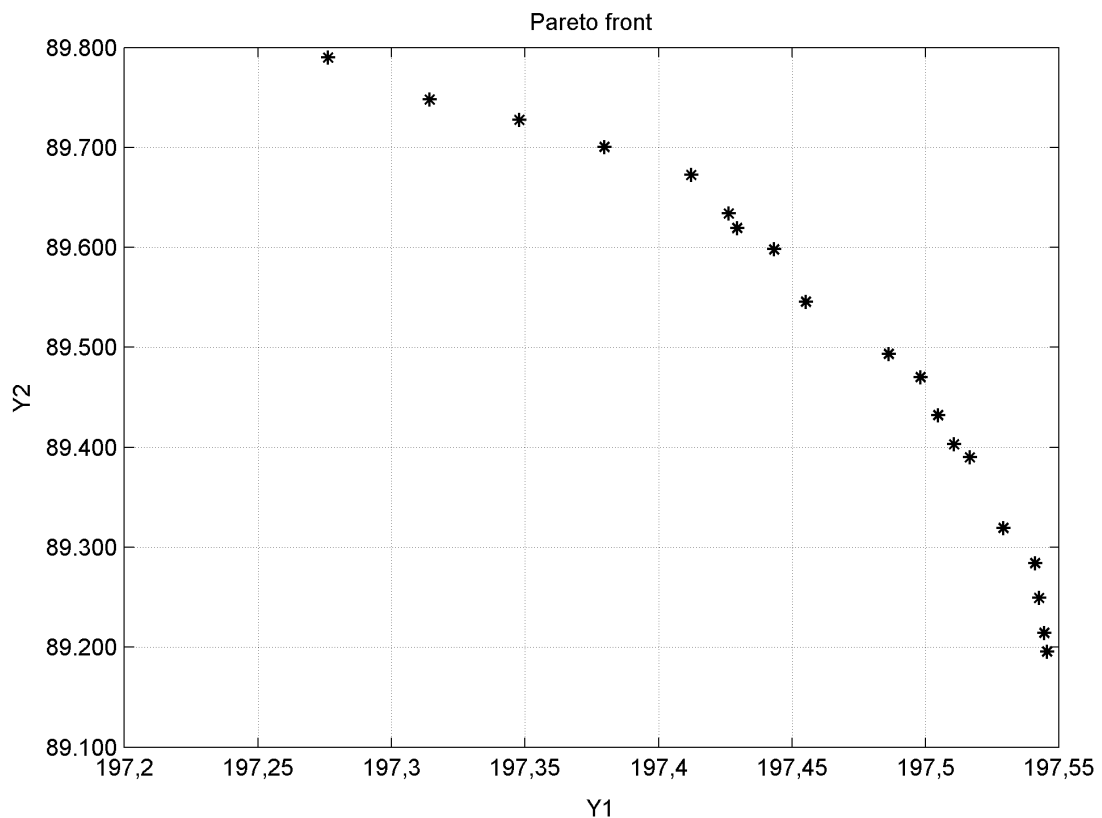


Рис. 3.20. Рішення, оптимальні за Парето.

Як видно з табл. 3.3, можна прийняти таке співвідношення компонентів суміші (після усереднення та заокруглення до десятих):

- гінкго білоба — 0,4 або 40%;
- ехінацея пурпурова — 0,2 або 20%;
- аралія маньчжурська — 0,2 або 20%;
- елеутерокок колючий — 0,2 або 20%.

Наведене співвідношення компонентів забезпечує максимальні показники в ФК загальної антиоксидантної активності та вмісту поліфенольних сполук.

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що оптимальним співвідношенням рослинної сировини (листки сухі) є:

гінкго : аралія : елеутерокок : ехінацея = 2:1:1:1.

Найбільш зручною технологічною формою отриманої ФК є порошкоподібна, що дозволяє рівномірно розподілятися в багатокомпонентних харчових системах, зберігатися тривалий час і бути самостійною харчовою добавкою.

З огляду на це, проведено дослідження розміру частинок ФК залежно від тривалості подрібнення на кульовому млині, що є поширеним способом для реалізації в ЗРГ.

Частинки порошку ФК умовно поділені на такі фракції: високодисперсна – 0,1...1,0 мм, середня фракція – 1,0...2,0 мм, крупна фракція – 2,0...4,0 мм та грубодисперсна – 4,0...7,0 мм.

Результати визначення здатності ФК до подрібнення можна представити у вигляді табл.3.4.

Таблиця 3.4

Здатність ФК до подрібнення

| Фракція ФК за розміром частинок, мм | Кількість частинок ФК, (в %, ±0,9) залежно від тривалості подрібнення, с | | | |
|-------------------------------------|--|----|----|----|
| | 10 | 30 | 50 | 70 |
| 0,1...1 | 6 | 10 | 19 | 39 |
| 1...2 | 9 | 17 | 35 | 24 |
| 2...4 | 32 | 41 | 25 | 20 |
| 4...7 | 53 | 32 | 21 | 17 |

Як видно з табл.3.4, розподіл частинок ФК за розміром має наступну закономірність: при збільшенні часу подрібнення збільшується кількість дрібнодисперсних частинок і зменшується – грубодисперсних. Так, при подрібненні упродовж 10 с переважає грубодисперсна фракція, однак при збільшенні тривалості подрібнення до 30-50 с її кількість зменшується в 1,7-2,5 разів, натомість збільшується кількість інших фракцій, переважаючими при цьому є крупна та середня фракції. При максимальній тривалості подрібнення домінує високодисперсна фракція, кількість частинок даного розміру збільшується 6,5 разів, порівняно з 10-секундним подрібненням і в 2-4 рази порівняно з подрібненням впродовж 30...50 с.

При використанні ФК у сухому вигляді оптимальним розміром частинок є 1...2 мм, адже розмір 4...7 мм є занадто великим і може використовуватись при виготовленні рідких екстрактів, розмір 0,1...1 мм потребує тривалішого подрібнення, що призведе до втрати деяких БАР.

Отже, 50 ± 5 с є оптимальною тривалістю подрібнення для отримання високодисперсної та середньої фракції з розміром частинок 0,1...1 та 1...2 мм. Отримані дані є підставою для формування різних товарних форм порошкоподібного ФК залежно від дисперсності та призначення і подальшої реалізації процесу екстрагування діючих речовин з фітокомпозиції.

3.1.5. Рецептатура, технологія, показники якості та безпеки, хімічний склад, умови зберігання ФК

Результати попередніх досліджень стали підставою для розроблення рецептури та технологічної схеми виробництва фітокомпозиції адаптогенної дії «Антистрес» (табл. 3.5, рис. 3.21).

Таблиця 3.5

Рецептура фітокомпозиції адаптогенної дії «Антистрес»

| Сировина | Витрати сировини, г на 1 кг готової суміші | |
|--------------------|--|-------|
| | брутто | нетто |
| 1 | 2 | 3 |
| Гінкго білоба | 402 | 400 |
| Ехінацея пурпурова | 201 | 200 |

Продовження табл. 3.5

| 1 | 2 | 3 |
|---------------------|------|------|
| Аралія маньчжурська | 201 | 200 |
| Елеутерокок колючий | 201 | 200 |
| Разом | 1005 | 1000 |
| Вихід | | 1000 |
| Втрати, 0,5% | | |

З табл. 3.5 видно, що втрати під час формування композиції становлять 0,5%. Це пов'язано з розпиленням під час дозування, змішування, фасування компонентів.

ФК можна виготовляти на фармацевтичних підприємствах, спеціалізованих підприємствах з виготовлення дієтичних добавок і в готовому вигляді поставляти в ЗРГ. Виготовляти ФК можуть такі вітчизняні підприємства як "Екопродукт", Обухівське ТОВ "Лабораторія "Невід", ТОВ "Соломія", СОК «Чиста Флора», ПрАТ «Ліктрави» та інші. За бажанням ЗРГ може закупляти сировину у сирому вигляді та готувати ФК самостійно згідно з технологічною схемою.

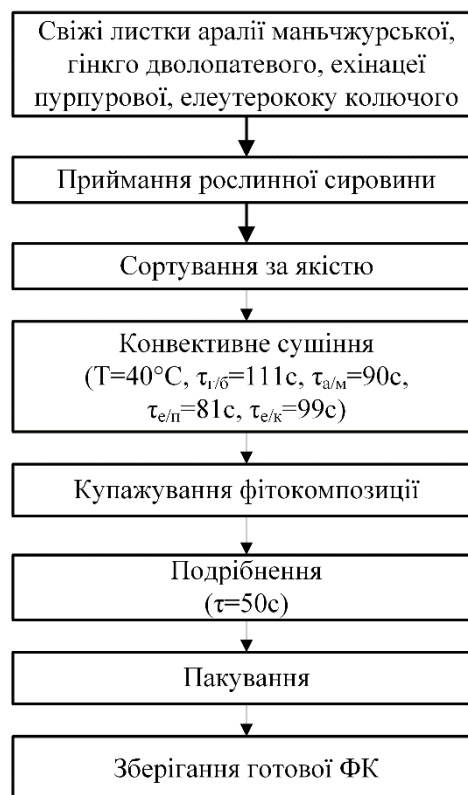


Рис. 3.21. Технологічна схема виробництва ФК «Антистрес»

Технологічний процес починається з доставки і приймання рослинної сировини (листки аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової, елеутерококу

колючого та гінкго дволопатевого). В зв'язку з тим, що рослинну сировину можна заготовляти досить короткий період (літо-осінь), необхідно створити її запас з урахуванням річної потреби. Отриману сировину сортують за якістю та висушують до повітряно-сухого стану.

Наступним етапом є купажування компонентів ФК. Компоненти змішують у такому співвідношенні рослинної сировини (листки) гінкго : аралія : елеутерокок : ехінацея=2:1:1:1.

Наступним етапом є подрібнення висушеної рослинної сировини до розміру частинок 1-2 мм. За результатами досліджень (табл. 3.16), за такого розміру частинок ефективність екстракції є максимальною. У подрібненому вигляді сировина може зберігатися на підприємстві. Подрібнену рослинну сировину просіюють через сито з метою відділення частинок, які погано подрібнились. Отримана ФК зберігається на підприємстві 1 рік до нового урожаю та використовується за потребою.

Огранолептичні та фізико-хімічні показники якості ФК «Антистрес» наведені у табл. 3.6, 3.7 відповідно.

Таблиця 3.6

Огранолептичні показники якості ФК «Антистрес»

| Показник | Характеристика |
|------------------|---|
| Зовнішній вигляд | Однорідна сипка маса |
| Колір | Темно-зелений, з болотяним відтінком |
| Запах | Яскраво виражений, властивий для висушеної рослинної сировини, зі слабо вираженим кислувато-свіжим ароматом |
| Смак | Гіркуватий, з кислинкою, властивий для висушеної рослинної сировини, залишає гіркий післясмак |
| Консистенція | Порошкоподібна однорідна |

Таблиця 3.7

Фізико-хімічні показники якості ФК «Антистрес»

| Показник | Значення |
|------------------------------------|--------------|
| Масова частка вологи, % | 10,0 ± 0,1 |
| Середній розмір частинок, м | 0,002 ± 0,01 |
| Насипна густина г/мл | 0,2 ± 0,1 |
| Насипна густина після усадки, г/мл | 0,3 ± 0,1 |
| Коефіцієнт водопоглинання, мл/г | 2,1 ± 0,2 |
| Вміст екстрактивних речовин, % | 5,3 ± 0,1 |
| Вміст поліфенолів, % | 8,5 ± 0,3 |

Через специфічний колір ФК (табл. 3.6) необхідним буде вибір базового продукту для внесення ФК, основний рецептурний склад якого дозволив би

«маскувати» колір добавки. Низька масова частка вологи в ФК (табл. 3.7) дозволяє зберігати композицію впродовж тривалого часу.

Мікробіологічні показники, вміст токсичних елементів та радіонуклідів ФК показано в табл. 3.8-3.10 відповідно.

Таблиця 3.8

Мікробіологічні показники ФК

| Показник | Норматив (згідно з ДСТУ ISO 2256:2005) | Фактичний вміст у ФК |
|--|---|-------------------------|
| МАФAM, КУО/г, не більше | $5 \cdot 10^5$ | $1,6 \cdot 10^2$ |
| БГКП (колі форми), в 0,01 г | Не доп. | Не виявлено в 0,01 г |
| Патогенні мікроорганізми, в тому числі роду Сальмонела, в 10 г | Не доп. | Не виявлено в 10 г |
| E. coli, в 0,1 г | Не доп. | Не виявлено в 0,1 г |
| B. cereus, не більше | 200 | 100 |
| Дріжджі, КУО/г, не більше | 200 | Не виявлено |
| Плісняві гриби, КУО/г, не більше | 200 | Не виявлено |

Таблиця 3.9

Вміст токсичних елементів у ФК «Антистрес»

| Найменування показника | Допустимі рівні, мг/кг, не більше | Вміст у ФК |
|------------------------|--------------------------------------|------------|
| Свинець | 6,0 | 0,4 |
| Кадмій | 1,0 | 0,07 |
| Миш'як | 0,5 | 0,01 |
| Ртуть | 0,1 | 0 |

Таблиця 3.10

Вміст радіонуклідів у ФК «Антистрес»

| Найменування показника | Допустимі рівні, Бк/кг, не більше | Вміст у ФК, Бк/кг |
|------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| Цезій | 200 | 50 |
| Стронцій | 50 | 10 |

З аналізу наведених даних (табл. 3.8-3.10) можна зробити висновок, що мікробіологічні показники, розробленої ФК, а також вміст радіонуклідів та токсичних елементів не перевищують нормативних рівнів.

Результати експериментальних досліджень хімічного складу ФК наведені у табл. 3.11.

Таблиця 3.11

Макронутрієнтний склад ФК «Антистрес»

| Речовини | Вміст, г/100г |
|---------------------------|---------------|
| Вода | 10±0,1 |
| Білки | 7,4±0,3 |
| Жири | 0,9±0,02 |
| Вуглеводи | 8,6±0,5 |
| в т.ч. пектинові речовини | 1,93±0,1 |
| Харчові волокна | 63,6±2,8 |
| Органічні кислоти | 5,5±0,1 |
| Зола | 4,1±0,1 |

Таблиця 3.12

Мікронутрієнтний склад ФК «Антистрес»

| Речовини | Вміст, мг/100г |
|-------------------------|----------------|
| Сума фенольних сполук | 18,3±0,8 |
| Поліфенольні речовини | 8,9±0,4 |
| Флавоноїди | 0,5±0,1 |
| Гідроксикоричні кислоти | 1,0±0,1 |
| Сапоніни | 3,0±0,1 |
| Каротиноїди | 27,6±1,8 |
| Хлорофіли | 75,7±6,2 |
| К | 9,1±0,2 |
| Са | 4,0±0,1 |
| Na | 0,1±0,1 |

Виходячи з результатів дослідження хімічного складу ФК адаптогенної дії «Антистрес» (табл. 3.10-3.11), можна зробити висновок, що до її складу входить комплекс БАР, які проявляють антиоксидантний ефект, зокрема різні групи фенольних сполук, біологічно активні пігменти, мінеральні речовини. Це дозволяє рекомендувати споживання ФК для підвищення антиоксидантного та адаптативного статусу організму.

Виходячи з того, що адаптогенний ефект формують різні представники фенольних сполук (гінкголіди, ехінакозиди, фенілпропаноїди, аралозиди, похідні фенілоцтового ряду тощо), добове споживання яких не нормується як у вітчизняній, так і зарубіжній літературі, то дозування ФК можна розрахувати регламентованим застосуванням окремих фітоадаптогенів композиції [25, 40, 56] .

Таблиця 3.13

Рекомендоване дозування фітоадаптогенів для людей з різним рівнем фізичної активності

| Рослинна сировина | Люди з низькою фізичною активністю, мг | Люди з високою фізичною активністю (спортсмени), мг |
|---------------------|--|---|
| Гінкго дволопатеве | 150-360 | 360-500 |
| Аралія маньчжурська | 100-150 | 150-200 |
| Елеутерокок колючий | 100-200 | 200-350 |
| Ехінацея пурпурова | 140-180 | 190-440 |

Виходячи з проведених аналітичних та експериментальних досліджень (табл. 3.13) для підвищення адаптативного статусу організму ФК рекомендується споживати у кількості 0,8-1,5 г на добу залежно від рівня фізичної активності.

Заготовка обраної рослинної сировини є сезонною та здійснюється один раз на рік, тому виникає потреба обґрунтування умов та термінів зберігання ФК упродовж 12 місяців, що відповідає термінам зберігання лікарської рослинної сировини (ЛРС).

Завданням досліджень було визначення органолептичних, сорбційних властивостей та мікробіологічних показників безпеки ФК залежно від виду пакування впродовж вказаного терміну зберігання.

Для дослідів взято ФК в поліетиленовому та вакуумному пакуванні, що зберігали 12 місяців при температурі $18 \pm 3^\circ\text{C}$. Результати визначення органолептичних властивостей після зберігання представлено у табл. 3.14.

Таблиця 3.14

Органолептичні властивості ФК упродовж зберігання залежно від виду пакування

| Показник | Характеристика на початку терміну зберігання | Характеристика через 12 місяців залежно від виду пакування | |
|------------------|--|--|--------------------------------------|
| | | полімерне | вакуумне |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Зовнішній вигляд | Однорідна сипка маса | Однорідна сипка маса | Однорідна сипка маса |
| Колір | Темно-зелений, з болотяним відтінком | Темно-зелений, з болотяно-сіруватим відтінком | Темно-зелений, з болотяним відтінком |

Продовження табл. 3.14

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------|--|---|---|
| Запах | Яскраво виражений, властивий для висушеної рослинної сировини, зі слабо вираженим кислуватим свіжим ароматом | Яскраво виражений, властивий для висушеної рослинної сировини | Яскраво виражений, властивий для висушеної рослинної сировини |
| Консистенція | Порошкоподібна однорідна | Порошкоподібна однорідна | Порошкоподібна однорідна |
| Смак | Гіркуватий, з кислотою, властивий для висушеної рослинної сировини, залишає гіркий післясмак | Гіркуватий, з кислотою, залишає гіркий післясмак | Гіркуватий, з кислотою, залишає гіркий післясмак |

Аналізуючи табл. 3.14 можна зробити висновок, що упродовж досліджуваного терміну зберігання суттєвих змін органолептичних властивостей ФК не відбулось як у вакуумному, так і в полімерному пакуванні.

Здатність поглинати вологу з навколишнього середовища оцінювали за сорбційними властивостями, тобто збільшенням вологості ФК упродовж 12 місяців зберігання залежно від виду пакування. В експериментах обрано такі умови зберігання: температура $18 \pm 3^\circ\text{C}$, відносна вологість повітря – 65-70%, що є загальноприйнятими умовами для зберігання ЛРС в складських приміщеннях ЗРГ.

В результаті проведених досліджень можна зробити висновок, що упродовж зазначеного терміну зберігання, поглинання вологи порошкоподібною ФК в поліетиленовому пакуванні є інтенсивним перші 4 місяці зберігання. Після цього процес сорбування вологи є сталим. Наприкінці терміну зберігання поглинуто 27% вологи з повітря і значення показника становить 12,7%, що знаходить в допустимих межах для рослинних порошків [105, 149, 237]. У вакуумному пакуванні інтенсивність поглинання вологи з зовнішнього середовища наприкінці терміну зберігання є в 1,6 разів менше, ніж в поліетиленовому пакуванні.

Досліджено мікробіологічні показники безпеки ФК упродовж обраних умов та термінів зберігання – табл. 3.15.

Таблиця 3.15

Мікробіологічні показники безпеки ФК залежно від пакування упродовж зберігання

| Показник | Норматив | Вміст у ФК упродовж зберігання | | | |
|--|----------------|--------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| | | 6 міс. | | 12 міс. | |
| | | Поліетиленова упаковка | Вакуумна упаковка | Поліетиленова упаковка | Вакуумна упаковка |
| МАФAM, КУО/г, не більше | $5 \cdot 10^5$ | $1,7 \cdot 10^2$ | $1,6 \cdot 10^2$ | $1,8 \cdot 10^2$ | $1,67 \cdot 10^2$ |
| БГКП (колі форми), в 0,01 г | Не доп. | Не виявлено в 0,01 г | Не виявлено в 0,01 г | Не виявлено в 0,01 г | Не виявлено в 0,01 г |
| Патогенні мікроорганізми, в тому числі роду Сальмонела, в 10 г | Не доп. | Не виявлено в 10 г | Не виявлено в 10 г | Не виявлено в 10 г | Не виявлено в 10 г |
| <i>E. coli</i> , в 0,1 г | Не доп. | Не виявлено в 0,1 г | Не виявлено в 0,1 г | Не виявлено в 0,1 г | Не виявлено в 0,1 г |
| <i>B. cereus</i> , КУО/г, не більше | 200 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Дріжджі, КУО/г, не більше | 200 | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено |
| Плісняві гриби, КУО/г, не більше | 200 | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено |

Як видно з табл. 3.15 ФК після зберігання у поліетиленовому і вакуумному пакуванні упродовж 12 місяців за мікробіологічними показниками безпеки не перевищують норм, регламентованих відповідними нормативними документами.

Отже, на підставі проведених досліджень визначено умови та терміни зберігання ФК: температура $18 \pm 3^\circ\text{C}$, відносна вологість повітря – 65-70%, пакування – вакуумне, термін зберігання – 12 місяців.

Таким чином, на підставі проведених досліджень розроблено рецептуру та технологію, визначено показники якості, безпеки, хімічний склад порошкоподібної ФК, що може бути самостійною харчовою добавкою та перспективною сировиною для збагачення адаптогенами широкого асортименту харчових продуктів.

3.2. Визначення оптимальних параметрів процесу екстрагування діючих речовин з ФК адаптогенної дії

Основним способом переробки ЛРС для технологічних цілей є екстрагування її за різних умов процесу. Це дозволяє вилучити біологічно активні речовини з вихідної сировини. Перевагами даного методу є [238]: коротка тривалість процесу екстрагування, простота використання, м'які умови проведення, що унеможливають деструкцію БАР сировини, висока ефективність та можливість поєднання з іншими методами досліджень.

Відомо [239, 240], що на ефективність процесу екстрагування ЛРС впливають різні фактори: метод екстрагування, природа екстрагента, температура та тривалість екстракції, різниця концентрацій, ступінь подрібнення ЛРС, її вологість, насипна густина, коефіцієнт набухання, поглинання тощо. В зв'язку з цим визначення оптимальних параметрів процесу екстракції діючих речовин з ФК є важливим питанням даної роботи.

Вибір умов проведення екстрагування залежить, в першу чергу, від природи речовин, які необхідно вилучити із ЛРС. У нашій роботі необхідно вилучити фенольні сполуки, які проявляють адаптогенні властивості, та пектинові речовини, які крім широкого спектру фармакологічних властивостей (загальнозміцнююча [241, 242], антиоксидантна [241, 243], протимікробна [243], протизапальна, бактерицидна [244], гіпотензивна [242, 245], протипроменева, детоксикаційна та інші дії), виявляють властивості драглеутворювача, стабілізатора та загущувача.

Основні фактори, що вивчалися для визначення впливу на повноту і швидкість екстракції, були:

- дисперсність рослинної сировини,
- природа екстрагента,
- тривалість екстрагування,
- співвідношення сировина:екстрагент,
- кратність екстракції.

В ході пробопідготовки ФК змішували у відповідних пропорціях з різними екстрагентами і готували з неї екстракти, змінюючи основні параметри, після чого визначали в них вміст основних груп діючих речовин.

Температуру екстрагування обрано 20 ± 3 °С. Дана температура забезпечуватиме екстрагування хлорофілу та аскорбінової кислоти без біотрансформації. [246, 247].

Вивчення впливу ступеня подрібнення сировини на повноту екстракції діючих речовин проводили залежно від розміру частинок ФК. Фракції частинок одержували за допомогою різних сит, що забезпечувало однорідність отриманих систем – табл. 3.18.

Таблиця 3.18

Характеристика сит для фракціонування частинок ФК

| Номінальний розмір отворів сита, мм | Номер сита (N) | Вид сита | Нормативний документ |
|-------------------------------------|----------------|--|----------------------|
| 7 | 7,0 | Дротяне ткане полотняного переплетення з квадратними комірками | ГОСТ 3826-82 |
| 5 | 5,0 | Дротяне ткане полотняного переплетення з квадратними комірками | ГОСТ 3826-82 |
| 3 | 3,2 | Дротяне ткане полотняного переплетення з квадратними комірками | ГОСТ 3826-82 |
| 2 | 2 | Дротяне ткане полотняного переплетення з квадратними комірками | ГОСТ 3826-82 |
| 1 | 1 | Дротяне ткане полотняного переплетення з квадратними комірками | ГОСТ 3826-82 |
| 0,5 | 0,5 | Дротяне ткане полотняного переплетення з квадратними комірками | ГОСТ 3826-82 |
| 0,1 | 55H | Ткане шовкове сито комбінованого плетіння (за новою технологією) | ГОСТ 440391 |

З кожної фракції відбирали по 1,0 г (точна наважка) сировини, поміщали в колбу ємністю 250 мл, додавали 50 мл гарячої дистильованої води ($t=65^{\circ}\text{C}$) і нагрівали на киплячому водяному нагрівнику зі зворотнім холодильником упродовж 30 хв при періодичному перемішуванні. Витяжки охолоджували до кімнатної температури, проціджували в мірну колбу на 50 мл, за необхідності доводили водою до мітки, перемішували та визначали вміст фенольних сполук та пектинових речовин (табл. 3.16 та 3.17 відповідно).

Таблиця 3.16

Вплив розміру частинок ФК на вихід фенольних сполук

| Розмір частинок, мм | Вміст фенольних сполук, % | | | |
|---------------------|---------------------------|----------|----------|------------------|
| | 1 партія | 2 партія | 3 партія | Середнє значення |
| >7 | 4,98 | 5,14 | 5,07 | 5,06±0,08 |
| 5–7 | 6,55 | 6,12 | 6,35 | 6,34±0,22 |
| 3–5 | 7,11 | 6,96 | 6,76 | 6,94±0,18 |
| 2–3 | 7,51 | 7,52 | 7,32 | 7,45±0,13 |
| 1–2 | 7,96 | 8,07 | 8,09 | 8,04±0,08 |
| 0,5–1 | 7,56 | 7,51 | 7,49 | 7,52±0,04 |
| 0,1–0,5 | 6,97 | 7,12 | 7,04 | 7,04±0,08 |
| >0,1 | 5,43 | 5,89 | 6,34 | 5,89±0,46 |

З аналізу табл. 3.16 можна зробити висновок, що максимальне вилучення фенольних речовин досягається у разі подрібнення сировини до розміру частинок 1–2 мм і становить $8,04\pm 0,8\%$. Подальше подрібнення сировини до розміру частинок 1–0,1 мм є недоцільним, оскільки це призводить до зниження виходу фенольних речовин на 6,5% і 26,8% відповідно. Це можна пояснити таким чином: при інтенсивному подрібненні до тонкодисперсної фракції відбувається оклюзія системи киснем повітря, що, в свою чергу, сприяє окисненню фенольних сполук і, ймовірно, подальшому перетворенню на хінони за участю поліфенолоксидази рослинної сировини (теорія Паладіна) [247].

Подрібнення сировини до частинок розміру на 1 мм більшого від того, при якому фенольні речовини максимально вилучаються, призводить до зменшення виходу фенольних речовин на $7,5\pm 0,1\%$.

Таблиця 3.17

Вплив розміру частинок ФК на вихід пектинових речовин

| Розмір частинок, мм | Вміст пектинових речовин, % | | | |
|---------------------|-----------------------------|----------|----------|------------------|
| | 1 партія | 2 партія | 3 партія | Середнє значення |
| >7 | 1,11 | 1,04 | 1,1 | 1,08±0,04 |
| 5–7 | 1,12 | 1,23 | 1,19 | 1,18±0,06 |
| 3–5 | 1,43 | 1,38 | 1,42 | 1,41±0,03 |
| 2–3 | 1,51 | 1,59 | 1,54 | 1,55±0,04 |
| 1–2 | 1,54 | 1,49 | 1,5 | 1,51±0,03 |
| 0,5–1 | 1,53 | 1,47 | 1,54 | 1,51±0,04 |
| 0,1–0,5 | 1,23 | 1,18 | 1,25 | 1,22±0,04 |
| >0,1 | 0,78 | 0,65 | 0,7 | 0,71±0,06 |

Максимальне вилучення пектинових речовин досягається при подрібненні сировини до розміру частинок 2–3 мм і становить 1,55 %. Подрібнення сировини до розміру частинок 2,0-0,1 мм призводить до зниження виходу пектинових речовин на 2,6%–54,2% відповідно. Це, ймовірно, пояснюється, по перше, механічним руйнуванням ланцюгів даного гетерополісахариду, а, по-друге, вивільненням при подрібненні екзополігалактуронази з рослинних клітин і ферментативною деструкцією пектинових речовин. Подрібнення сировини до частинок розміру на 1 мм більшого від того, при якому пектинові речовини максимально вилучаються, призводить до зменшення їх виходу на $9,0 \pm 0,1\%$.

Отже, фенольні сполуки найкраще екстрагуються, коли сировина подрібнена до розміру 1...2 мм, а пектинові речовини – за диспергування до 2...3 мм.

Для виявлення найкращих екстрагентів при одержанні екстрактів були використані етиловий спирт (розчини 96%, 70%, 50%, 30%) та вода очищена. Дані розчинники були обрані виходячи з природи речовин, які необхідно вилучити. Беручи до уваги раціональну дисперсність ФК, готували витяжки згідно з вищенаведеною методикою та аналізували в них вміст діючих речовин (табл. 3.18 та 3.19 відповідно).

Таблиця 3.18

Вплив природи екстрагенту на вихід фенольних сполук з ФК

| Екстрагент | Вміст фенольних сполук, % | | | |
|----------------------|---------------------------|----------|----------|------------------|
| | 1 партія | 2 партія | 3 партія | Середнє значення |
| Вода дистильована | 7,94 | 8,01 | 7,88 | $7,94 \pm 0,07$ |
| 96%-й розчин етанолу | 3,25 | 3,22 | 3,31 | $3,26 \pm 0,05$ |
| 70%-й розчин етанолу | 9,18 | 9,02 | 8,99 | $9,06 \pm 0,12$ |
| 50%-й розчин етанолу | 10,36 | 10,72 | 10,78 | $10,62 \pm 0,26$ |
| 30%-й розчин етанолу | 8,29 | 7,93 | 8,10 | $8,11 \pm 0,18$ |

Аналізуючи дані табл. 3.18, можна зробити висновок, що найкращим екстрагентом є 50%-й розчин етанолу, за таких умов екстракції вилучається 10,62% фенольних речовин. Зміна концентрації спирту (підвищення та зниження) на 20% призводить до зниження кількості вилучених фенольних речовин на $14,5 \pm 0,2\%$ та $23,5 \pm 0,1\%$ відповідно. При екстракції ФК водою вихід

фенольних речовин нижчий порівняно зі спиртом і становить $7,9 \pm 0,05\%$. Однак, для рідких екстрактів даний показник є досить високим, тому воду також можна розглядати як екстрагент фенольних речовин у тих випадках, коли забороняється використовувати спиртові екстракти (для дітей, вагітних жінок та годуючих матерів, водіїв, спортсменів тощо). В зв'язку з цим, подальші дослідження проводили з використанням води та 50%-го розчину спирту як екстрагентів.

Таблиця 3.19

Вплив природи екстрагенту на вихід пектинових речовин з ФК

| Екстрагент | Вміст пектинових речовин, % | | | |
|----------------------|-----------------------------|----------|----------|------------------|
| | 1 партія | 2 партія | 3 партія | Середнє значення |
| Вода дистильована | 1,56 | 1,49 | 1,55 | $1,53 \pm 0,04$ |
| 96%-й розчин етанолу | 0,11 | 0,09 | 0,12 | $0,11 \pm 0,02$ |
| 70%-й розчин етанолу | 0,76 | 0,69 | 0,75 | $0,73 \pm 0,04$ |
| 50%-й розчин етанолу | 1,31 | 1,28 | 1,28 | $1,29 \pm 0,02$ |
| 30%-й розчин етанолу | 1,42 | 1,44 | 1,42 | $1,43 \pm 0,01$ |
| 20%-й розчин етанолу | 1,48 | 1,45 | 1,46 | $1,46 \pm 0,02$ |
| 10%-й розчин етанолу | 1,47 | 1,51 | 1,50 | $1,49 \pm 0,02$ |

Отже, з табл. 3.19 видно, що найкращим екстрагентом пектинових речовин є вода, їх вміст при цьому становить $1,53 \pm 0,04\%$. У разі екстрагування міцним розчином спирту (96–70%) вихід пектинових речовин є низьким. Високі показники виходу пектинових речовин отримували тільки за екстрагування слабкими розчинами спирту (10...30%). Вихід досліджуваних речовин при цьому становить $1,43-1,49 \pm 0,004\%$.

Фенольні сполуки найкраще екстрагуються 50%-м розчином етанолу.

Встановлення тривалості одноразового екстрагування здійснювали з урахуванням вибору екстрагентів та розміру частинок упродовж 15, 30, 45, 60 та 90 хв процесу (табл. 3.20 та 3.21 відповідно).

Таблиця 3.20

Вплив тривалості екстрагування на вихід фенольних сполук з ФК

| Екстрагент | Тривалість екстрагування, хв | Вміст фенольних сполук, % | | | |
|----------------------|------------------------------|---------------------------|----------|----------|------------------|
| | | 1 партия | 2 партия | 3 партия | Середнє значення |
| Вода дистильована | 15 | 7,24 | 6,93 | 6,99 | 7,05±0,19 |
| | 30 | 7,94 | 8,01 | 7,88 | 7,94±0,07 |
| | 45 | 8,13 | 8,05 | 8,04 | 8,07±0,06 |
| | 60 | 8,07 | 8,17 | 8,24 | 8,16±0,09 |
| | 90 | 8,22 | 8,12 | 8,30 | 8,21±0,02 |
| | 120 | 8,23 | 8,21 | 8,20 | 8,21±0,09 |
| 50%-й розчин етанолу | 15 | 10,16 | 9,94 | 10,33 | 10,14±0,2 |
| | 30 | 10,36 | 10,72 | 10,78 | 10,62±0,06 |
| | 45 | 11,93 | 11,79 | 11,74 | 11,82±0,11 |
| | 60 | 11,77 | 11,75 | 11,70 | 11,74±0,04 |
| | 90 | 11,79 | 11,78 | 11,82 | 11,80±0,02 |
| | 120 | 11,81 | 11,80 | 11,82 | 11,80±0,04 |

Отже, у разі екстракції ФК водою максимальне вилучення фенольних сполук досягається через 90 хв екстракції і становить $8,21\pm 0,09\%$, скорочення тривалості екстрагування до 1 год несуттєво впливає на вихід фенольних сполук (знижує на $0,6\%$). Подальше скорочення тривалості екстрагування до 45 хв робити недоцільно, оскільки це призводить до зниження виходу фенольних сполук на $1,5\dots 2\%$. Продовження тривалості екстрагування до 120 хв не призводить до збільшення виходу фенольних сполук. Отже, 90 хв екстрагування достатньо для повного вилучення пектинових речовин.

При екстрагуванні суміші 50%-м розчином етанолу максимальний вихід фенольних сполук досягається на 45-й хвилині екстрагування і становить $11,8\pm 0,11\%$. Зниження тривалості екстрагування до 30 хв знижує вихід фенольних речовин на $11..12\%$. Збільшення тривалості екстрагування не призводить до підвищення концентрації фенольних сполук.

Таблиця 3.21

Вплив тривалості екстрагування на вихід пектинових речовин з ФК

| Екстрагент | Тривалість екстрагування, хв | Вміст пектинових речовин, % | | | |
|----------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|------------------|
| | | 1 пар-тія | 2 пар-тія | 3 пар-тія | Середнє значення |
| Вода дистильована | 15 | 0,91 | 1,12 | 1,09 | 1,04±0,13 |
| | 30 | 1,56 | 1,49 | 1,55 | 1,53±0,04 |
| | 45 | 1,54 | 1,64 | 1,6 | 1,59±0,05 |
| | 60 | 1,66 | 1,60 | 1,65 | 1,64±0,04 |
| | 90 | 1,62 | 1,65 | 1,63 | 1,63±0,02 |
| | 120 | 1,64 | 1,62 | 1,63 | 1,63±0,01 |
| 50%-й розчин етанолу | 15 | 1,04 | 0,97 | 1,02 | 1,01±0,04 |
| | 30 | 1,31 | 1,28 | 1,29 | 1,29±0,02 |
| | 45 | 1,39 | 1,38 | 1,39 | 1,39±0,01 |
| | 60 | 1,41 | 1,39 | 1,42 | 1,41±0,02 |
| | 90 | 1,42 | 1,42 | 1,44 | 1,43±0,01 |
| | 120 | 1,46 | 1,42 | 1,41 | 1,43±0,03 |

Аналіз табл. 3.21 дає можливість зробити висновок, що при екстракції ФК водою максимальне вилучення пектинових речовин досягається через 60 хв екстракції і становить $1,64\pm 0,04\%$, скорочення тривалості екстрагування навіть на 15 хв знижує їх вихід на 3...4%. Подальше скорочення тривалості екстрагування ще на 15 хв знижує вихід пектинових речовин на 6...7%. Збільшення тривалості екстрагування до 90 хв є недоцільним, оскільки вміст пектинових речовин становить $1,63\pm 0,02\%$, що на 0,7...1% менше, ніж при екстрагуванні впродовж 60 хв.

При екстрагуванні суміші 50%-м розчином етанолу максимальний вихід пектинових речовин досягається через 90 хв екстрагування. Зменшення тривалості екстрагування до 60 хв зменшує вихід пектинових речовин на 1...2%.

Отже, збільшення тривалості екстрагування призводить до збільшення виходу як фенольних сполук, так і пектинових речовин. Однак, екстрагування тривалістю понад 90 хв не призводить до збільшення виходу досліджуваних речовин.

Вибір найкращого співвідношення маси рослинної сировини та об'єму екстрагенту здійснювали в діапазоні співвідношень 1:10, 1:15, 1:20, 1:30, 1:50, 1:75 та 1:80 (табл. 3.22 та 3.23 відповідно).

Таблиця 3.22

Вплив співвідношення рослинна сировина: екстрагент на вихід фенольних сполук з ФК

| Екстрагент | Співвідношення рослинна сировина: екстрагент | Вміст фенольних сполук, % | | | |
|----------------------|--|---------------------------|----------|----------|------------------|
| | | 1 партія | 2 партія | 3 партія | Середнє значення |
| Вода дистильована | 1:10 | 2,96 | 2,94 | 2,97 | 2,96±0,02 |
| | 1:15 | 3,65 | 3,73 | 3,75 | 3,71±0,06 |
| | 1:20 | 5,34 | 5,64 | 5,43 | 5,47±0,17 |
| | 1:30 | 6,95 | 7,05 | 7,20 | 7,07±0,13 |
| | 1:50 | 7,94 | 8,01 | 7,88 | 7,94±0,07 |
| | 1:75 | 8,07 | 7,97 | 8,01 | 8,02±0,05 |
| | 1:80 | 8,00 | 7,98 | 8,01 | 8,00±0,02 |
| 50%-й розчин етанолу | 1:10 | 3,83 | 3,98 | 3,81 | 3,87±0,06 |
| | 1:15 | 5,94 | 5,98 | 5,99 | 5,97±0,03 |
| | 1:20 | 7,34 | 7,58 | 7,43 | 7,45±0,13 |
| | 1:30 | 8,29 | 8,47 | 8,57 | 8,44±0,15 |
| | 1:50 | 11,93 | 11,79 | 11,74 | 11,82±0,08 |
| | 1:75 | 11,84 | 11,98 | 12,05 | 11,96±0,13 |
| | 1:80 | 11,97 | 11,91 | 11,99 | 11,96±0,05 |

Таблиця 3.23

Вплив співвідношення рослинна сировина: екстрагент на вихід пектинових речовин з ФК

| Екстрагент | Співвідношення рослинна сировина: екстрагент | Вміст пектинових речовин, % | | | |
|----------------------|--|-----------------------------|----------|----------|------------------|
| | | 1 партія | 2 партія | 3 партія | Середнє значення |
| Вода дистильована | 1:10 | 0,75 | 0,81 | 0,80 | 0,79±0,04 |
| | 1:15 | 0,88 | 0,82 | 0,87 | 0,86±0,04 |
| | 1:20 | 0,96 | 1,11 | 0,99 | 1,02±0,09 |
| | 1:30 | 1,35 | 1,40 | 1,35 | 1,37±0,03 |
| | 1:50 | 1,56 | 1,49 | 1,55 | 1,53±0,04 |
| | 1:75 | 1,58 | 1,51 | 1,55 | 1,55±0,04 |
| | 1:80 | 1,54 | 1,51 | 1,52 | 1,52±0,02 |
| 50%-й розчин етанолу | 1:10 | 0,48 | 0,49 | 0,48 | 0,48±0,01 |
| | 1:15 | 0,61 | 0,65 | 0,62 | 0,63±0,02 |
| | 1:20 | 0,89 | 0,87 | 0,90 | 0,89±0,02 |
| | 1:30 | 1,12 | 1,09 | 1,07 | 1,09±0,02 |
| | 1:50 | 1,39 | 1,38 | 1,4 | 1,39±0,01 |
| | 1:75 | 1,42 | 1,40 | 1,40 | 1,41±0,01 |
| | 1:80 | 1,37 | 1,38 | 1,41 | 1,39±0,02 |

Як свідчать дані табл. 3.22, за екстрагування як водою, так і 50%-м розчином етанолу вихід фенольних сполук пропорційно збільшується зі збільшенням співвідношення сировина:екстрагент у 2,5...3 рази для води і у 3...4 рази для 50%-вого етанолу. Однак, дана тенденція спостерігається тільки для співвідношення 1:75. Максимальна кількість фенольних сполук вилучається при співвідношенні 1:75.

Аналіз даних табл. 3.23, дає можливість зробити висновок, що за екстрагування як водою, так і 50%-вим розчином етанолу вихід пектинових речовин пропорційно збільшується зі збільшенням співвідношення сировина:екстрагент. При екстрагуванні водою цей показник збільшується майже у 2 рази від $0,79 \pm 0,04\%$ до $1,55 \pm 0,04\%$. При екстрагуванні 50%-вим розчином етанолу вихід пектинових речовин зростає майже у 3 рази від $0,48 \pm 0,01\%$ до $1,41 \pm 0,01\%$. Максимальна кількість пектинових речовин, аналогічно як і фенольних сполук, вилучається при співвідношенні ФК:вода 1:75. Подальше розведення призводить до зниження виходу пектинових речовин.

Кратність екстракції, необхідну для максимального виділення діючих речовин з ФК, встановлювали з урахуванням досліджених умов процесу: розмір частинок: для екстракції фенольних сполук – 1-2 мм, пектинових речовин – 2-3 мм, тривалість екстрагування – 90 хв, співвідношення сировина:екстрагент – 1:75. Дослідження кількісного вмісту фенольних сполук проводили в витяжках із окремих наважок сировини після одно-, дво-, три- та чотири-, п'ятикратної екстракції (табл. 3.24 та 3.25 відповідно). При 2-5-кратній екстракції екстрагент розподіляли рівномірно, в однаковій кількості.

Отже, найбільш ефективним є чотирикратне екстрагування, при цьому вилучається $11,82 \pm 0,11\%$ фенольних сполук при екстрагуванні водою та $14,38 \pm 0,04\%$ при екстрагуванні 50%-вим етанолом. Подальше екстрагування є недоцільним через низьку концентрацію в екстракті фенольних сполук, значні витрати екстрагенту, тривалість реалізації процесу.

Таблиця 3.24

Вплив кратності екстрагування на вихід фенольних сполук з ФК

| Екстрагент | Кратність екстрагування | Вміст фенольних сполук, % | | | |
|----------------------|-------------------------|---------------------------|----------|----------|------------------|
| | | 1 партія | 2 партія | 3 партія | Середнє значення |
| Вода дистильована | 1 | 7,94 | 8,01 | 7,88 | 7,94±0,07 |
| | 2 | 9,75 | 9,89 | 9,69 | 9,78±0,11 |
| | 3 | 10,47 | 10,41 | 10,53 | 10,47±0,06 |
| | 4 | 10,69 | 10,62 | 10,58 | 10,63±0,06 |
| | 5 | 10,60 | 10,63 | 10,64 | 10,62±0,02 |
| 50%-й розчин етанолу | 1 | 11,93 | 11,79 | 11,74 | 11,82±0,11 |
| | 2 | 13,71 | 13,62 | 13,65 | 13,66±0,05 |
| | 3 | 14,12 | 14,19 | 14,07 | 14,13±0,06 |
| | 4 | 14,35 | 14,37 | 14,42 | 14,38±0,04 |
| | 5 | 14,40 | 14,32 | 14,39 | 14,37±0,05 |

Таблиця 3.25

Вплив кратності екстрагування на вихід пектинових речовин з ФК

| Екстрагент | Кратність екстрагування | Вміст пектинових речовин, % | | | |
|----------------------|-------------------------|-----------------------------|----------|----------|------------------|
| | | 1 партія | 2 партія | 3 партія | Середнє значення |
| Вода очищена | 1 | 1,56 | 1,49 | 1,58 | 1,54±0,05 |
| | 2 | 1,64 | 1,71 | 1,67 | 1,67±0,04 |
| | 3 | 1,72 | 1,74 | 1,74 | 1,73±0,01 |
| | 4 | 1,73 | 1,76 | 1,77 | 1,75±0,02 |
| | 5 | 1,77 | 1,73 | 1,71 | 1,74±0,03 |
| 50%-й розчин етанолу | 1 | 1,39 | 1,38 | 1,35 | 1,37±0,02 |
| | 2 | 1,47 | 1,46 | 1,48 | 1,47±0,01 |
| | 3 | 1,52 | 1,54 | 1,56 | 1,54±0,02 |
| | 4 | 1,55 | 1,56 | 1,55 | 1,55±0,01 |
| | 5 | 1,55 | 1,55 | 1,55 | 1,55±0,03 |

Аналіз даних табл. 3.25 дає можливість підсумувати, що найбільш ефективним є чотирикратне екстрагування, при цьому вилучається $1,75\pm 0,02\%$ пектинових речовин при екстрагуванні водою та $1,55\pm 0,01\%$ при екстрагуванні 50%-вим розчином етанолу. Подальше екстрагування є недоцільним через те, що концентрація пектинових речовин лишається незмінною, а зростають витрати екстрагенту.

Для визначення параметрів процесу спільного екстрагування пектинових речовин та фенольних сполук одночасно необхідно виконати оптимізацію даного процесу. Як екстрагенти були використані вода дистильована та розчин

етанолу різної концентрації (30%, 50%, 70%, 96%). За результатами табл. 3.19 та 3.20 виходить, що найкращими екстрагентами є вода очищена та 50%-вий етиловий спирт, тому оптимізацію проводили для кожного екстрагента окремо.

Побудовано моделі процесу екстракції для фенольних сполук і пектинових речовин при використанні екстрагента води. Для цього проведено регресійний аналіз та визначено рівняння регресії, яке є моделлю процесу екстракції фенольних речовин.

Перед проведенням регресійного аналізу оцінювали нормальність розподілу величини вмісту фенольних речовин, одержаних під час дослідження. Нормальність розподілу величини є передумовою проведення подальших статистичних оцінок [248]. Тест Шапіро-Уїлка [218], виконаний засобами статистичного пакету R-studio, показав, що розподіл результатів визначення вмісту фенольних сполук, одержаних в дослідженні, можна прийняти як нормальний, адже ймовірність того, що ці дані не підлягають нормальному розподілу $p < 0,000851$.

Приймали, що y_1 - відсотковий вміст фенольних сполук, залежна величина, для якої виконується регресійний аналіз. Незалежні величини, які мають вплив на вихід продукту y_1 :

x_1 - розмір отворів сита, мм;

x_2 - тривалість екстракції, хв;

x_3 - співвідношення рослинна сировина:екстрагент;

x_4 - кратність екстракції, разів.

Зауважимо, що співвідношення x_3 не є числовою величиною, а тому його важко використовувати для побудови математичної моделі. Тому на практиці замінили співвідношення рослинної сировини та об'єму екстрагенту на частку ФК у суміші її з екстрагентом. Якщо 1: N — одержане співвідношення, тоді

вміст рослинної сировини в абсолютних одиницях можна виразити як

$$x_3 = \frac{1}{N+1}.$$

Виконали побудову рівняння регресії у формі (3.7):

$$y_1 = B_1 X + \varepsilon, \quad (3.7)$$

де $X = \begin{pmatrix} 1 \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix}$ — вектор невідомих;

$B_1 = (b_{10} \ b_{11} \ b_{12} \ b_{13} \ b_{14})$ — вектор коефіцієнтів лінійної регресії;

ε — матриця відхилень, значення яких повинні бути мінімізовані.

Мінімізували відхилення методом найменших квадратів [217, 249].

Рівняння регресії має вигляд:

$$y_1 = b_{10} + b_{11}x_1 + b_{12}x_2 + b_{13}x_3 + b_{14}x_4. \quad (3.8)$$

Використовуючи дані, отримані в результаті проведення дослідів, засобами математичного пакету MATLAB визначили коефіцієнти рівняння регресії:

$$b_{10} = 7,444; \quad b_{11} = -0,313; \quad b_{12} = 0,016; \quad b_{13} = -69,744; \quad b_{14} = 1,259.$$

Математична модель процесу виділення фенольних речовин водою має вигляд:

$$y_1 = 7,444 - 0,313x_1 + 0,016x_2 - 69,744x_3 + 1,259x_4. \quad (3.9)$$

Для оцінки величини відхилення ε скористалися формулою $\max(|Y_i - y_{1i}|)$, де Y — значення, одержані в результаті експерименту. Звідси $\varepsilon = 0,479$, що становить 9,3%. Коефіцієнт кореляції між y_1 та Y дорівнює $R = 0,94$, що свідчить про достатню адекватність моделі.

Дисперсійний аналіз генеральних сукупностей y_1 та Y за критерієм Фішера показав, що значення F -критерію дорівнює $F = 0,815$, що достатньо близько до одиниці. Це означає, що можна прийняти гіпотезу про рівність дисперсій генеральних сукупностей y_1 та Y .

Аналогічно будували лінійну модель для процесу екстракції пектинових речовин. Тест Шапіро-Уїлка показав, що результати визначення вмісту пектинових речовин, одержані в дослідженні, підлягають нормальному розподілу, оскільки ймовірність ненормального розподілу $p < 0,0005876$.

Якщо y_2 – відсотковий вміст пектинових речовин, $B_2 = (b_{20} \ b_{21} \ b_{22} \ b_{23} \ b_{24})$, рівняння регресії має вигляд:

$$y_2 = b_{20} + b_{21}x_1 + b_{22}x_2 + b_{23}x_3 + b_{24}x_4. \quad (3.10)$$

Засобами математичного пакету MATLAB одержані наступні коефіцієнти рівняння регресії:

$$b_{20} = 1,231; \ b_{21} = -0,027; \ b_{22} = 0,007; \ b_{23} = -9,455; \ b_{24} = 0,154.$$

Математична модель процесу виділення пектинових речовин водою матиме вигляд:

$$y_2 = 1,231 - 0,027x_1 + 0,007x_2 - 9,455x_3 + 0,154x_4. \quad (3.11)$$

Величина відхилення $\varepsilon = 0,148$, що становить 9,6%. Коефіцієнт кореляції між y_1 та Y дорівнює $R = 0,91$, що свідчить про достатню адекватність моделі. Значення F -критерію дорівнює $F = 0,772$, що говорить про високу ймовірність рівності дисперсій генеральних сукупностей y_2 та Y .

Маючи математичні моделі процесу екстракції фенольних сполук та пектинових речовин, знайдемо оптимальні значення параметрів x_1, x_2, x_3, x_4 , при яких вихід даних речовин буде максимальним.

Оскільки в даному випадку оптимізація проводиться для двох цільових функцій (3.9) та (3.11) від чотирьох параметрів, то має місце задача

багатокритеріальної оптимізації. Її розв'язок отримали за допомогою генетичного алгоритму [219].

Для розв'язання поставленої задачі оптимізації генетичним алгоритмом використали надбудову gamultiobj пакету MATLAB.

Одержані такі оптимальні значення параметрів:

$$x_1 = 0,955; \quad x_2 = 85,022; \quad x_3 = 0,013; \quad x_4 = 3,938$$

Якщо інтерпретувати результати оптимізації для реального процесу екстракції, то його оптимальні параметри є такими (табл. 3.26):

Таблиця 3.26

Розрахункові оптимальні значення параметрів процесу екстракції фенольних сполук та пектинових речовин дистильованою водою

| Параметр експерименту | Значення |
|--|----------|
| Розмір отворів сита, мм | 1 |
| Тривалість екстракції, хв | 85 |
| Співвідношення рослинна сировина: екстрагент | 1:75 |
| Кратність екстракції, рази | 4 |

За таких значень параметрів екстракції (табл. 3.26) відповідно до (1) та (2) вміст фенольних сполук в екстракті становитиме 12,6%, а пектинових речовин – 2,6%.

Із рівнянь регресії (3.9) та (3.11) можна зробити висновок, що вплив параметрів x_1 та x_2 на процес екстракції є незначним, виходячи із значень відповідних коефіцієнтів регресії. Тому було прийнято як оптимальні значення $x_1 = 1$ та $x_2 = 85$. Досліджували вплив інших параметрів на процес екстракції. Графічні залежності вмісту фенольних сполук та пектинових речовин від співвідношення рослинна сировина:екстрагент та кратності екстракції наведено на рис. 3.22.

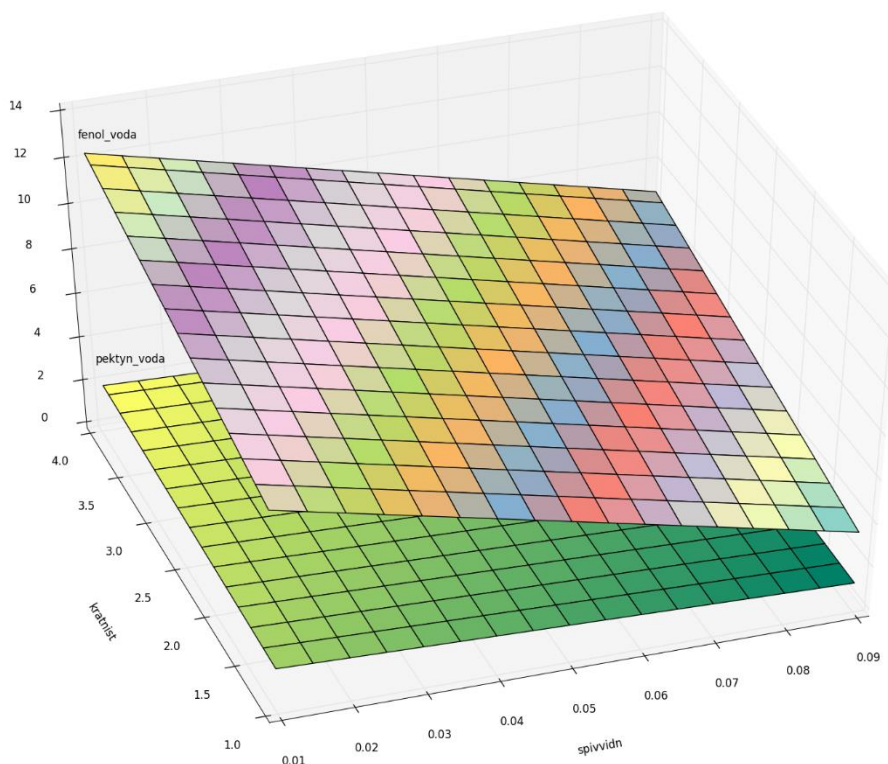


Рис. 3.22. Вплив співвідношення рослинна сировина:екстрагент та кратності екстракції (екстрагент – дистильована вода) на вміст фенольних сполук та пектинових речовин

Визначено оптимальні параметри процесу екстракції, якщо екстрагентом є 50%-вий розчин етанолу. Побудову моделей процесу екстракції фенольних та пектинових речовин, дисперсійний та регресійний аналіз проводили за методиками, застосованими для експерименту, коли екстрагентом виступала вода. У результаті знайдено коефіцієнти рівнянь регресії, які є математичними моделями процесу екстрагування. Модель процесу екстрагування фенольних речовин 50%-вим розчином етилового спирту така:

$$y_1 = 11,671 - 0,185x_1 + 0,018x_2 - 111,538x_3 + 1,302x_4 \quad (3.12)$$

Аналогічна модель для пектинових речовин має вигляд:

$$y_2 = 1,418 - 0,084x_1 + 0,004x_2 - 12,87x_3 + 0,099x_4 \quad (3.13)$$

За одержаними математичними моделями визначено оптимальні параметри процесу екстрагування фенольних сполук та пектинових речовин 50%-вим

розчином етанолу. Для цього застосовано надбудову gamultiobj пакету MATLAB.

Були одержані такі оптимальні значення параметрів:

$$x_1 = 1; \quad x_2 = 81,075; \quad x_3 = 0,013; \quad x_4 = 3,994$$

Якщо інтерпретувати результати оптимізації для реального процесу екстракції, то його оптимальні параметри такі (табл. 3.27).

Таблиця 3.27

Розрахункові оптимальні значення параметрів процесу екстракції фенольних та пектинових речовин 50%-вим розчином етанолу

| Параметр експерименту | Значення |
|---|----------|
| Розмір отворів сита, мм | 1 |
| Тривалість екстракції, хв | 81 |
| Співвідношення рослинна сировина:екстрагент | 1:75 |
| Кратність екстракції, рази | 4 |

За таких значень параметрів екстрагування відповідно до (3.12) та (3.13) вміст фенольних сполук в екстракті становитиме 16,7%, а пектинових речовин – 1,9%.

Із рівнянь регресії (3.12) та (3.13) можна зробити висновок, що вплив параметрів x_1 та x_2 на процес екстрагування є незначним, виходячи із значень відповідних коефіцієнтів регресії. Тому прийнято як оптимальні значення $x_1 = 1\text{мм}$ та $x_2 = 81\text{хв}$ та досліджено вплив інших параметрів на процес екстрагування. Графічні залежності вмісту фенольних сполук та пектинових речовин від співвідношення рослинна сировина:екстрагент та кратності екстрагування показано на рис. 3.23.

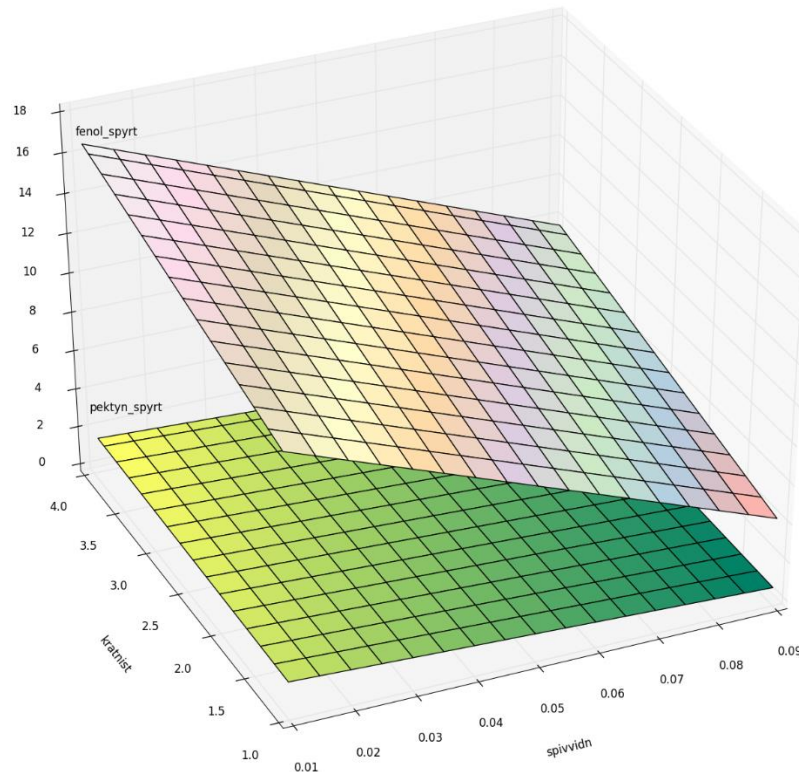


Рис. 3.23. Вплив співвідношення рослинна сировина:екстрагент та кратності екстракції (екстрагент – екстрагент – 50%-вий етанол) на вміст фенольних сполук та пектинових речовин

Зведені результати дисперсійного та регресійного аналізу наведено у табл. 3.28.

Таблиця 3.28

Результати дисперсійного та регресійного аналізу, оптимальні параметри екстракції фенольних сполук та пектинових речовин з ФК

| Досліджуваний параметр | Тип екстрагента | | | |
|---|-------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| | Дистильована вода | | 50%-вий етиловий спирт | |
| | Фенольні сполуки | Пектинові речовини | Фенольні сполуки | Пектинові речовини |
| Перевірка на нормальність розподілу | | | | |
| Ймовірність p виконання нульової гіпотези H_0 | 0,000851 | 0,0005876 | 0,0003031 | 0,0001333 |
| Регресійний аналіз | | | | |
| Значення коефіцієнтів лінійної моделі | 7,444 | 1,231 | 11,671 | 1,418 |
| | -0,313 | -0,027 | -0,185 | -0,084 |
| | 0,016 | 0,007 | 0,018 | 0,004 |
| | -69,744 | -9,455 | -111,538 | -12,87 |
| | 1,259 | 0,154 | 1,302 | 0,099 |
| Максимальне відхилення моделі ε , % | 0,479 | 0,148 | 1,436 | 0,2 |
| Коефіцієнт кореляції R | 0,94 | 0,91 | 0,97 | 0,96 |

Продовження табл. 3.28

| Дисперсійний аналіз | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|
| F -тест | 0,815 | 0,772 | 0,855 | 0,847 |
| Оптимальні параметри екстракції | | | | |
| Розмір отворів сита, мм | 1 | | 1 | |
| Тривалість екстракції, хв | 85 | | 81 | |
| Співвідношення рослинна сировина:екстрагент | 1:75 | | 1:75 | |
| Кратність екстракції, разів | 4 | | 4 | |
| Вміст речовин при оптимальних параметрах, % | 12,6 | 2,6 | 16,7 | 1,9 |

Таким чином, для підвищення функціональності ФК здійснено екстрагування діючих речовин з неї при використанні екстрагентів – води та розчинів етанолу. За результатами досліджень здійснено математичне моделювання процесу і отримано оптимальні умови екстрагування фенольних сполук і пектинових речовин з ФК: розмір отворів сита 1 мм, тривалість екстракції 85 хв, співвідношення рослинна сировина:екстрагент 1:75, кратність екстракції 4 рази, екстрагент – 50%-вий розчин етилового спирту тривалість екстракції 81 хв.

3.3. Рецептатура, технологія, показники якості, безпеки, хімічний склад, умови зберігання екстрактів з ФК

Результати попередніх досліджень стали підставою для розроблення рецептур (табл. 3.29) та технологічної схеми виробництва (рис. 3.24) екстрактів «Антистрес» з ФК.

Таблиця 3.29

Рецептура водного і водно-спиртового екстрактів з ФК

| Сировина | Витрати сировини, г на 1 кг готової суміші | | | |
|--------------------------------|--|--------|--------------------------|--------|
| | водний екстракт | | водно-спиртовий екстракт | |
| | брутто | нетто | брутто | нетто |
| ФК | 14,5 | 14,1 | 14,0 | 13,6 |
| Вода або 50%-вий розчин спирту | 1054,5 | 1054,5 | 1020,0 | 1020,0 |
| Разом | 1069,0 | 1068,6 | 1034,0 | 1033,6 |
| Вихід | - | 1000,0 | - | 1000,0 |
| Втрати, % | - | 6,5 | - | 3,2 |

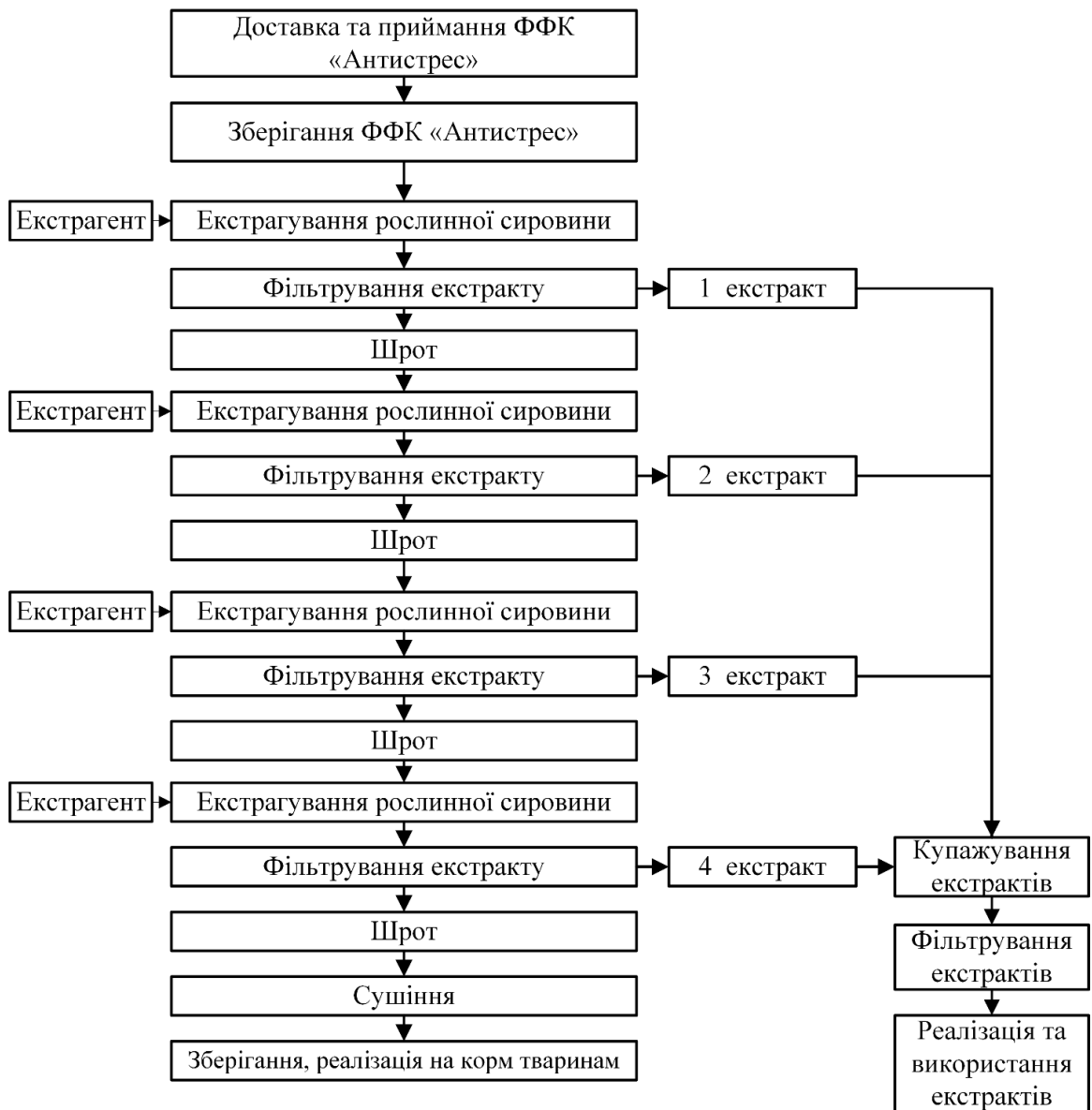


Рис. 3.24. Принципова технологічна схема виробництва екстрактів з ФК адаптогенної дії «Антистрес»

ЗРГ може закупляти готові екстракти на спеціалізованих підприємствах або ж готувати самостійно з ФК адаптогенної дії «Антистрес» за наведеною технологічною схемою.

Згідно з принциповою технологічною схемою першим етапом є доставка та приймання ФК адаптогенної дії «Антистрес». У тому разі, коли підприємство закупляє ФК «Антистрес» великими партіями, то рослинна сировина зберігається на підприємстві та використовується за потребою. Наступним етапом є сам процес екстрагування. Для максимального вилучення діючих речовин (пектинових речовин та фенольних сполук) доцільно проводити 4-

кратне екстрагування методом мацерації (настоювання), так як саме він є найбільш економічно вигідним. Для цього сировину поміщають у посудину (настійник), заливають розчинником, перемішують та залишають для настоювання. Найбільш ефективними екстрагентами є вода та 50%-вий розчин етилового спирту. За екстрагування водою слід підтримувати гідромодуль 1:75, тривалість екстракції - 85 хв. За таких умов вихід фенольних сполук становить 12,6%, пектинових речовин – 2,6%. При екстрагуванні 50%-вим розчином етилового спирту оптимальним співвідношенням рослинна сировина:спирт є 1:75, тривалість екстракції 81 хв. За таких умов вихід фенольних сполук становить 16,7%, пектинових речовин – 1,9%.

На наступному етапі відокремлюють осад від надосадової рідини і проводять повторне екстрагування. Отримані екстракти об'єднують, відфільтровують та використовують як функціональні інгредієнти для створення продуктів спеціального призначення, або ж використовують як дієтичну добавку.

Шрот, отриманий після четвертого екстрагування, що є джерелом цінних БАР, висушується та направляється на корм тваринам.

Органолептичні, фізико-хімічні показники якості, мікробіологічні та токсикологічні показники безпеки отриманих екстрактів наведено у табл. 3.30-3.32 відповідно.

Таблиця 3.30

Органолептичні показники якості екстрактів ФК «Антистрес»

| Показник | Характеристика екстрактів | |
|------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| | Водного | Водно-спиртового |
| Зовнішній вигляд | Однорідна нев'язка рідина | |
| Колір | світло-коричневий, прозорий | світло-зелений, прозорий |
| Запах | виражений трав'яний аромат | яскраво виражений спиртовий |
| Смак | злегка в'язучий, з легкою гірчинкою | з легкою гірчинкою |
| Консистенція | Рідка нев'язка | |

Таблиця 3.31

Фізико-хімічні показники якості екстрактів ФК «Антистрес»

| Показник | Значення в екстрактах | |
|--------------------------------|-----------------------|------------------|
| | Водному | Водно-спиртовому |
| Масова частка сухих речовин, % | 4,8 ± 0,5 | 16,9 ± 0,1 |
| Активна кислотність, од. рН | 7,13 ± 0,1 | 7,43 ± 0,2 |
| Вміст поліфенолів, % | 12,6 ± 0,2 | 16,7 ± 0,1 |
| Вміст пектинових речовин, % | 2,6 ± 0,1 | 1,9 ± 0,3 |

Таблиця 3.32

Мікробіологічні показники безпеки екстрактів ФК «Антистрес»

| Показник | Норматив | Фактичний вміст в екстрактах | |
|--|-------------------|------------------------------|------------------|
| | | Водному | Водно-спиртовому |
| МАФAM, КУО/г, не більше | 5*10 ⁵ | 31 | Не виявлено |
| БГКП (колі форми), в 0,01 г | Не доп. | Не виявлено | Не виявлено |
| Патогенні мікроорганізми, в тому числі роду Сальмонела, в 10 г | Не доп. | Не виявлено | Не виявлено |
| S. aureus, в 0,1 г | 200 | Не виявлено | Не виявлено |
| V. cereus, в 1 г | | Не виявлено | Не виявлено |
| E. coli, в 0,1 г | Не доп. | Не виявлено | Не виявлено |
| Плісняві гриби, КУО/г, не більше | 200 | Не виявлено | Не виявлено |
| Дріжджі, КУО/г, не більше | 200 | Не виявлено | Не виявлено |

Таблиця 3.33

Вміст токсичних елементів у екстрактах ФК «Антистрес»

| Найменування показника | Допустимі рівні, мг/кг, не більше | Вміст в екстрактах | |
|------------------------|-----------------------------------|--------------------|------------------|
| | | Водному | Водно-спиртовому |
| Свинець | 6,0 | 0,4 | 0,4 |
| Кадмій | 1,0 | 0,07 | 0,07 |
| Миш'як | 0,5 | 0,01 | 0,01 |
| Ртуть | 0,1 | 0 | 0 |

Дослідження органолептичних, фізико-хімічних показників якості, мікробіологічних та токсикологічних показників безпеки отриманих екстрактів дає змогу зробити висновок про можливість їх внесення до рецептури харчових продуктів як збагачувачів біологічно активними речовинами.

Дослідні дані аналізу хімічного складу водних та водно-спиртових екстрактів наведені у табл. 3.34.

Таблиця 3.34

Макронутрієнтний склад екстрактів ФК «Антистрес»

| Речовини | Вміст в екстрактах, г/100г | |
|---------------------------|----------------------------|------------------|
| | Водному | Водно-спиртовому |
| Вода | 95,0±1,2 | 83,0±1,3 |
| Білки | 0,5±0,03 | 2,1±0,06 |
| Жири | - | - |
| Вуглеводи | 3,2±0,05 | 4,2±0,08 |
| в т.ч. пектинові речовини | 2,6±0,07 | 1,9±0,01 |

Таблиця 3.35

Мікронутрієнтний склад екстрактів ФК «Антистрес»

| Речовини | Вміст в екстрактах, мг/100г | |
|-------------------------|-----------------------------|------------------|
| | Водному | Водно-спиртовому |
| Сума фенольних сполук | 1,3±0,1 | 1,9±0,1 |
| Поліфенольні речовини | 0,5±0,02 | 0,7±0,02 |
| Флавоноїди | 0,1±0,01 | 0,3±0,01 |
| Гідроксикоричні кислоти | 0,3±0,06 | 0,6±0,06 |
| Сапоніни | 0,4±0,02 | 0,5±0,02 |
| Каротиноїди | 2,9±0,2 | 2,7±0,2 |
| Хлорофіли | 4,2±0,6 | 5,3±0,6 |

Аналіз хімічного складу отриманих водних та водно-спиртових екстрактів показав (табл. 3.34,3.35), що фенольні сполуки краще екстрагуються 50%-вим розчином етилового спирту, а пектинові речовини – водою, що підтверджується літературними даними [64, 240]. Вміст екстрактивних речовин у водних екстрактах вищий порівняно з спиртовими. Однак, у спиртові екстракти активніше переходить хлорофіл, що надає екстракту приємного зеленого кольору.

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що отримані екстракти мають широкий комплекс БАР, зокрема різних груп фенольних сполук, каротинів, хлорофілів, органічних кислот, які характеризуються широким спектром фізіологічної дії. Високі органолептичні властивості та комплекс фізіологічно активних сполук дає можливість вносити розроблену

фітокомпозицію та фітоекстракт до складу харчових продуктів з метою збагачення БАР та розробляти функціональні продукти спеціального призначення на їх основі.

Отримані водні та водно-спиртові екстракти зберігали у добре закупореному посуді в захищеному від світла місці при температурі $+8...10^{\circ}\text{C}$. В літературних джерелах вказано, що дані умови є оптимальними для зберігання рідких екстрактів [250, 251]

На підставі багатократних досліджень термін придатності отриманих екстрактів ФК «Антистрес» визначали за зміною органолептичних, фізико-хімічних показників якості та мікробіологічної чистоти в процесі зберігання упродовж 7 діб.

Встановлено, що упродовж спостереження органолептичні показники якості отриманих водно-спиртових екстрактів не змінювались. Колір залишався стійким, помутніння чи випадання осаду не спостерігалось, сторонніх запахів та присмаків не виявлено.

Таблиця 3.36

Органолептичні показники якості екстрактів ФК «Антистрес» упродовж 7 діб зберігання

| Показник | Характеристика екстрактів | |
|------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| | Водного | Водно-спиртового |
| Зовнішній вигляд | Однорідна нев'язка рідина | |
| Колір | світло-коричневий, прозорий | світло-зелений, прозорий |
| Запах | виражений трав'яний аромат | яскраво виражений спиртовий |
| Смак | злегка в'язучий, з легкою гірчинкою | з легкою гірчинкою |
| Консистенція | Рідка нев'язка | |

Провівши порівняльний аналіз табл. 3.36, можна зробити висновок, що упродовж 7 діб зберігання органолептичні показники якості як водного, так і спиртового екстрактів суттєвих змін не зазнали.

Таблиця 3.37

Фізико-хімічні показники якості екстрактів ФК «Антистрес» упродовж 7 діб зберігання

| Тривалість зберігання, діб | Показники | | | |
|----------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------------|
| | Активна кислотність од.рН, | Вміст сухих речовин, % | Вміст поліфенолів, % | Вміст пектинових речовин, % |
| Водний екстракт | | | | |
| 3 | 6,71± 0,3 | 5,0± 0,5 | 12,2± 0,2 | 16,7± 0,4 |
| 5 | 6,69± 0,4 | 5,5± 0,1 | 11,9± 0,1 | 16,5± 0,1 |
| 7 | 6,62± 0,2 | 5,6± 0,2 | 11,4± 0,3 | 16,4± 0,3 |
| Водно-спиртовий екстракт | | | | |
| 3 | 7,45± 0,2 | 17,0± 0,1 | 2,4± 0,1 | 1,7± 0,1 |
| 5 | 7,32± 0,1 | 17,1± 0,3 | 2,3± 0,3 | 1,5± 0,1 |
| 7 | 7,27± 0,1 | 17,1± 0,1 | 2,0± 0,1 | 1,5± 0,2 |

З аналізу даних, наведених у табл. 3.37, можна зробити висновок, що упродовж 7 діб зберігання відбувається незначне зниження поліфенолів та пектинових речовин, наростає активна кислотність, збільшується вміст сухих речовин.

Таблиця 3.38

Мікробіологічні показники безпеки екстрактів ФК «Антистрес» упродовж 7 діб зберігання

| Тривалість зберігання, діб | Показники, на 1 мл екстракту | | |
|----------------------------|--|---------------------------------|---|
| | Кількість мезофільних аеробних та факультативних анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 см ³ | Бактерії групи кишкової палички | Плісеневі гриби, КУО, в 1 см ³ |
| Водний екстракт | | | |
| 24 | 64 | Не виявлено | 30 |
| 48 | 91 | Не виявлено | 105 |
| 72 | 220 | Не виявлено | 145 |
| 96 | >300 | Не виявлено | 180 |
| 120 | >650 | Не виявлено | 250 |
| 144 | 10,0*10 ² | Не виявлено | 370 |
| 168 | 15,0*10 ³ | Не виявлено | 500 |
| Водно-спиртовий екстракт | | | |
| 24 | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено |
| 48 | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено |
| 72 | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено |
| 96 | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено |
| 120 | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено |
| 144 | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено |
| 168 | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено |

За результатами досліджень, наведеними у табл. 3.38, можна зробити висновок, що водно-спиртові екстракти є більш стабільними за мікробіологічними показниками. Упродовж досліджуваного терміну зберігання у водно-спиртовому екстракті мікробної контамінації не виявлено. У водному екстракті в процесі зберігання збільшується загальна кількість мікроорганізмів та пліснявих грибів.

На 5 добу у водному екстракті виявлено дріжджові гриби, кількість яких становить $15,0 \cdot 10^2$. Отже, спиртові екстракти можна зберігати протягом 7 діб, водні екстракти рекомендується зберігати 3 доби у добре закупореному посуді в захищеному від світла місці при температурі $+8 \dots 10^\circ \text{C}$.

Таким чином, проведений комплекс досліджень дозволив обґрунтувати і розробити рецептури та технологічні схеми виробництва, умови зберігання ФК та екстрактів на її основі, що є функціональними збагачувачами різних харчових систем. Проект нормативно технічної документації, зокрема технологічні карти, на фітокомпозицію «Антистрес» та водний і водно-спиртовий екстракти на її основі наведені у додатку Б відповідно. Патент на винахід «Спосіб одержання фітоекстракту адаптогенної дії» та корисні моделі «Фітокомпозиція “антистрес” для спеціальних харчових продуктів спортивного харчування» та «Спосіб одержання фітоекстракту адаптогенної дії» на ведено у додатку В.

Висновки до Розділу 3

1. Здійснено вибір рослинної сировини, яка є концентратом біологічно активних сполук адаптогенної дії: листки гінкго білоба, аралії маньчжурської, елеутерококу колючого, ехінацеї пурпурової. Хроматографічним методом визначено вміст фенольних сполук, пігментів, органічних кислот, жироподібних речовин тощо, що обумовило доцільність проведення подальших досліджень зі створення ФК адаптогенної дії з використанням обраної рослинної сировини.

2. Визначено раціональні параметри конвективного сушіння листків гінкго білоба, аралії маньчжурської, елеутерококу колючого, ехінацеї пурпуро-вої за вмістом хлорофілу та аскорбінової кислоти залежно від температури та тривалості процесу. Встановлено, що раціональними параметрами конвективного сушіння фітоадаптогенів є: температура 40 °С, швидкість руху повітря – $1,9 \pm 0,1$ м/с, товщина шару матеріалу – 10 мм. При цьому тривалість процесу становить 86 ± 5 хв залежно від виду обраної сировини. За даних умов вміст хлорофілу є максимальним, а тривалість процесу мінімальною.

3. Досліджено хімічний склад сушеної рослинної сировини адаптогенної дії. Показано, що листки елеутерококу колючого містять більшою мірою флавоноїди, каротиноїди та хлорофіли; аралії маньчжурської – хлорофіли, пектинові речовини, гінкго білоба – поліфенольні сполуки, флавоноїди та аскорбінову кислоту; ехінацеї пурпурової - поліфенольні сполуки, флавоноїди, гідроксикоричні кислоти та пектинові речовини.

4. Визначено загальну антиоксидантну активність фітоадаптогенів порівняно з кверцетином. Встановлено, що значення показника дослідних зразків наближені до значення контрольної сполуки.

Багатий хімічний склад та антиоксидантні властивості фітоадаптогенів дозволяють обумовити їх використання для створення ФК адаптогенної дії.

5. Оптимізовано рецептурний склад ФК адаптогенної дії за критеріями загальної антиоксидантної активності та вмістом поліфенольних сполук в сировині. Оптимальним співвідношенням рослинної сировини (листки сухі) є гінкго : аралія : елеутерокок : ехінацея = 2:1:1:1.

6. Визначено фракційний склад ФК адаптогенної дії, визначено його залежність від тривалості подрібнення. Встановлено, що 50 ± 5 с є оптимальною тривалістю подрібнення для отримання високодисперсної та середньої фракції з розміром частинок 0,1...1 та 1...2 мм.

7. Розроблено рецептуру та технологічну схему виробництва ФК адаптогенної дії. Визначено показники якості та безпеки, хімічний склад та умови зберігання ФК адаптогенної дії. Показано, що до складу ФК адаптогенної дії

«Антистрес» входять різні групи фенольних сполук, біологічно активні пігменти, мінеральні речовини, харчові волокна. Раціональними режимами зберігання ФК є: температура - $18 \pm 3^\circ\text{C}$, відносна вологість повітря – 65-70% у вакуумному пакуванні упродовж 12 місяців.

8. Методом найменших квадратів визначено оптимальні параметри процесу екстрагування діючих речовин з ФК адаптогенної дії водою: розмір частинок 1 мм, тривалість процесу 85 хв, співвідношення рослинна сировина : екстрагент 1 : 75, кратність екстракції 4 рази; 50%-вим етиловим спиртом: тривалість екстрагування за рівних інших умов 81 хв.

9. Розроблено рецептури та технологічну схему виробництва екстрактів з ФК адаптогенної дії «Антистрес». Визначено показники їх якості та безпеки, хімічний склад та умови зберігання. Показано, що упродовж 7 діб зберігання у добре закупореному посуді в захищеному від світла місці при температурі $+8...10^\circ\text{C}$ отримані екстракти не змінювали своїх органолептичних властивостей, були стійкими до мікробної контамінації.

10. Обґрунтовано рекомендовану добову потребу ФК «Антистрес», яка становить 0,8-1,5 г на добу залежно від рівня фізичного та нервово-психологічного навантаження людини.

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МАРМЕЛАДНИХ ВИРОБІВ АДАПТОГЕННОЇ ДІЇ ДЛЯ СПОРТСМЕНІВ СИЛОВИХ ВИДІВ СПОРТУ

4.1. Обґрунтування та математичне моделювання базової рецептури мармеладу з бурштиновою кислотою

Equation Section (Next) Важливим етапом дослідження є вибір харчового продукту, до якого можуть бути внесені ФК та екстракти на її основі. Цукристі кондитерські вироби є перспективним середовищем для створення продуктів функціонального призначення та спеціальних харчових продуктів для різних категорій населення. Це пояснюється тим, що вони користуються великою популярністю серед населення, є «швидким» та легкодоступним джерелом енергії, однак їх недоліком є «бідний» та незбалансований мікронуєнтний склад, який може бути виправлений внесенням функціональних збагачувачів.

За результатами анкетування, проведеного серед спортсменів-важкоатлетів, найкращими для збагачення, на їхню думку, є напої (65,0%) та кондитерські вироби, зокрема желейно-мармеладні (60,0%), та батончики (56,7%).

12. Які групи харчових продуктів, на Ваш погляд, є найкращими для збагачення?

60 відповідей

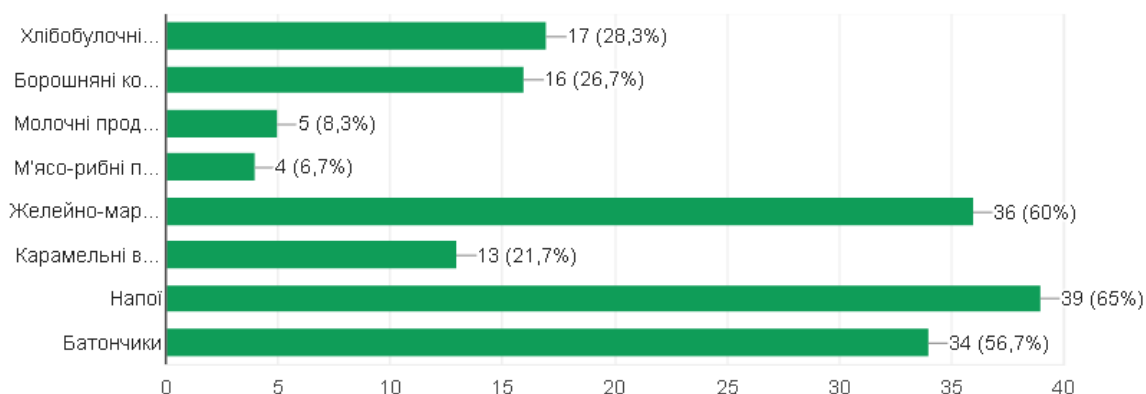


Рис. 4.1. Результати анкетування спортсменів-важкоатлетів щодо вибору найкращої базової композиції для збагачення

На основі проведеного у Розділі 1 літературного огляду можна зробити висновок, що розробок технологій та рецептур напоїв спортивного харчування є достатньо («Зевс», «Геркулес», «Стимул активність», «Апогей активність», «Релакс активність»), так само як і батончиків різного спрямування, призначення та хімічного складу. Асортимент мармеладних виробів для спортсменів потребує розширення.

Мармеладні вироби мають перевагу порівняно з іншими кондитерськими виробами: Желюючі речовини, які входять до їхньої рецептури створюють нерозчинні комплекси з ксенобіотиками, тим самим виводячи їх з організму, тобто проявляють детоксикаційну функцію.

Отже, на основі проведених досліджень можна зробити висновок, що мармеладні вироби є привабливим середовищем для розробки продуктів спортивного харчування, збагачених ФК адаптогенної дії «Антистрес» та екстрактами на її основі.

Виходячи з результатів досліджень органолептичних та фізико-хімічних показників якості ФК «Антистрес» адаптогенної дії та екстрактів на її основі (див. Розд. 3), необхідним є обґрунтування вибору базової рецептури для створення мармеладних виробів адаптогенної дії. Для цього потрібно враховувати такі чинники:

- наявність пектинових речовин в ФК та екстрактах з неї створює передумови для зниження рецептурної кількості пектину в мармеладі;
- ФК та отриманим з неї водним та водно-спиртовим екстрактам притаманні специфічні органолептичні показники якості, у тому числі трав'яний смак та запах, що потребує нівелювання іншими рецептурними інгредієнтами.

Враховуючи вищевказане, а також на підставі аналізу рецептур мармеладних виробів, наведених у Збірнику основних рецептур цукрових кондитерських виробів [163], як базову рецептуру мармеладу було вибрано желеино-фруктовий формовий мармелад на яблучному пектині «Золота осінь», рецептура якого представлена у табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Рецептура мармеладу «Золота осінь»

| № п/п | Сировина | Масова частка сухих речовин, % | Витрати сировини на 1 кг готової продукції, г | |
|-------|-------------------------------|--------------------------------|---|-------------------|
| | | | в натурі | в сухих речовинах |
| 1. | Цукор-білий | 99,85 | 730,9 | 729,8 |
| 2. | Пюре яблучне | 10,0 | 370,0 | 37,0 |
| 3. | Пюре фруктово-ягідне | 10,0 | 130,0 | 13,0 |
| 4. | Пектин | 92,0 | 7,0 | 6,4 |
| 5. | Кислота лимонна | 91,2 | 5,4 | 4,9 |
| 6. | Лактат натрію | 40,0 | 10,0 | 4,0 |
| 7. | Ароматизатор фруктово-ягідний | - | 0,4 | - |
| | Разом | - | 1253,7 | 795,1 |
| | Вихід | 78,0 | 1000,0 | 780,0 |

До рецептури мармеладу «Золота осінь» входить яблучний пектин, який має високий ступінь етерифікації (більше 50%), утворення драглів з якого можливе лише за наявності цукру та органічних кислот (рН від 2,8 до 3,2). Міцні драгли отримують у разі використання слабких кислот. Для цього традиційно використовують лимонну кислоту, в окремих технологіях для надання лікувально-профілактичних властивостей готовим виробам – аскорбінову або суміш даних кислот [100, 162].

Серед харчових кислот особливої уваги заслуговує бурштинова, яка є природним адаптогеном і може бути перспективним заміником лимонної кислоти в базовій рецептурі мармеладу. Для підвищення біодоступності бурштинової кислоти та кращого проникнення до клітини її рекомендується вносити в комбінації з іншими кислотами, зокрема яблучною [145], яка буде вноситись до рецептури мармеладу разом з яблучним та фруктово-ягідним пюре.

Таким чином, проведено порівняльний аналіз активної та титрованої кислотності лимонної та бурштинової кислот з метою формування органолептичних, структурно-механічних та технологічних властивостей готової продукції (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Значення активної та титрованої кислотності лимонної та бурштинової кислот

| Кислота | Активна кислотність, од рН | Титрована кислотність, см ³ 0,1 моль/дм ³ |
|--------------------|----------------------------|---|
| Лимонна кислота | 2,195±0,019 | 14,65±0,05 |
| Бурштинова кислота | 2,973±0,008 | 8,6±0,40 |

З огляду на дані табл. 4.2., можна зробити висновок, що бурштинова кислота має меншу титровану та вищу активну кислотності порівняно з лимонною. Для забезпечення кислотності, яка створить умови драглеутворення необхідно розрахувати рецептурну кількість бурштинової кислоти.

Для дослідження впливу бурштинової кислоти на показники якості мармеладних виробів обрано її дозування 0,8, 0,9, 1,0, 1,1 та 1,2% до маси мармеладу.

Визначено вплив обраних дозувань бурштинової кислоти на органолептичні властивості мармеладних виробів (табл. 4.3).

На основі проведених органолептичних досліджень (табл. 4.3) можна зробити висновок, що заміна у рецептурі мармеладу лимонної кислоти, яка використовується у контрольному зразку, на бурштинову не чинить негативного впливу на органолептичні властивості готового продукту. Всі досліджувані зразки мають приємний аромат, властивий сировині, зокрема яблучно-смородиновому пюре, привабливий темно-червоний колір, правильну форму та гладку поверхню з характерним блиском. Смак та консистенція досліджуваних зразків змінюється зі збільшенням кількості внесеної бурштинової кислоти. Найвищі органолептичні показники якості серед мармеладу з бурштиновою кислотою мають зразки, з вмістом 0,9 та 1% бурштинової кислоти до рецептурної маси мармеладу. Вони характеризуються збалансованим смаком, консистенцією та формою. Внесення 0,8% бурштинової кислоти до маси мармеладу сприяє формуванню приємного смаку та аромату, однак дані зразки на зламі характеризувались недостатньо пружною консистенцією та формою, яка не мала чітких граней. Внесення до зразків бурштинової кислоти понад 1% до рецептурної маси дає можливість отримати мармелад з пружною консистенцією та яскраво вираженим кисло-солодким смаком з легкою гірчинкою.

Досліджено вплив бурштинової кислоти на параметри драглеутворення, результати дослідження наведено у табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Вплив бурштинової кислоти на параметри драглеутворення мармеладу

| Параметри драглеутворення | Контроль - мармелад «Золота осінь» - (0,54% лимонної кислоти до маси мармеладу) | Мармелад з бурштиновою кислотою, % до маси мармеладу | | | | |
|----------------------------|---|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Активна кислотність, од рН | 2,85±0,02 | 3,08±0,001 | 2,99±0,05 | 2,88±0,03 | 2,82±0,01 | 2,79±0,02 |

Продовження табл. 4.4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--|------|------|------|------|------|------|
| Масова частка С.Р після уварювання мармеладної маси, % | 74±1 | | | | | |
| Час драглеутворення, хв | 25±1 | 25±1 | 24±2 | 22±1 | 22±1 | 21±2 |

З аналізу даних, представлених у табл. 4.4, можна зробити висновок, що заміна лимонної кислоти на бурштинову позитивно впливає на параметри драглеутворення, зокрема зменшує час драглеутворення. Значення активної кислотності та вмісту сухих речовин мармеладної маси після уварювання, тобто параметрів, які істотно впливають на процес драглеутворення мармеладної маси з високометоксильованого пектину, знаходяться в нормативних межах.

Однією з основних структурно-механічних властивостей мармеладних мас є міцність драглів – максимальне напруження зсуву, що характеризує опір драглів до деформації зминання і зсуву. Дослідження міцності мармеладних драглів визначали у зразках після закінчення процесу драглеутворення. Результати визначення міцності драглів мармеладу з різною кількістю бурштинової кислоти наведено на рис. 4.2. Міцність мармеладних драглів контрольного зразка «Золота осінь» становить $60,0 \pm 0,7$ кПа.

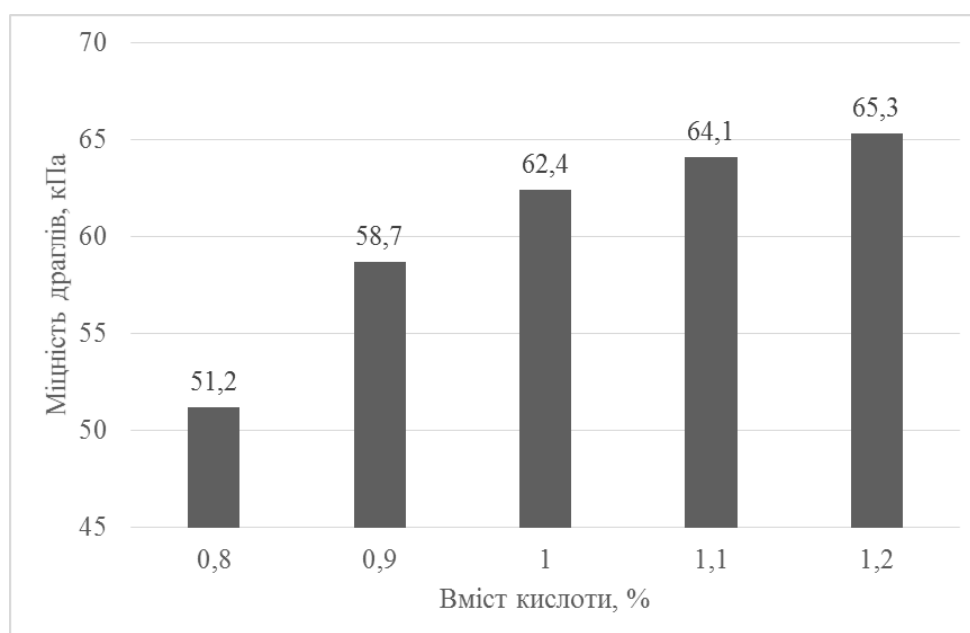


Рис. 4.2. Міцність драглів за різної масової частки бурштинової кислоти

З рис. 4.2 можна зробити висновок, що зі збільшенням кількості бурштинової кислоти міцність мармеладних драглів збільшується.

Проведено дослідження з визначення фізико-хімічних показників якості мармеладу з бурштиновою кислотою (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Фізико-хімічні показники якості мармеладу з бурштиновою кислотою

| Показники | Мармелад «Золота осінь» – контроль | Мармелад з бурштиновою кислотою до маси рецептури | | | | |
|---|------------------------------------|---|------|------|------|------|
| | | 0,8% | 0,9% | 1,0% | 1,1% | 1,2% |
| Масова частка вологи, % | 15,0 | 14,8 | 14,3 | 14,1 | 14,1 | 14,1 |
| Масова частка редукуючих речовин, % | 25,0 | 25,3 | 25,2 | 25,3 | 25,3 | 25,0 |
| Загальна кислотність, градуси | 7,5 | 7,7 | 7,8 | 7,8 | 7,9 | 8,0 |
| Масова частка золи, нерозчинної у розчині з масовою часткою соляної кислоти 10, % | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 |

З табл. 4.5 можна зробити висновок, що фізико-хімічні показники якості у зразків з 0,9 та 1,0% бурштинової кислоти є максимально наближеними за значеннями до контролю.

Спираючись на дані, наведені у табл. 4.4, 4.5 та рис. 4.2, визначили дозування бурштинової кислоти у рецептурі мармеладу. Незважаючи на те, що міцність драглів не є показником, який регламентується нормативною документацією, але суттєво впливає на якість мармеладних виробів, саме його вибрано як залежну змінну для процесу оптимізації. Для виявлення впливу бурштинової кислоти на міцність драглів, проведено регресійний аналіз експериментальних даних. Діаграма розсіювання для експериментальних даних наведена на рис. 4.3.

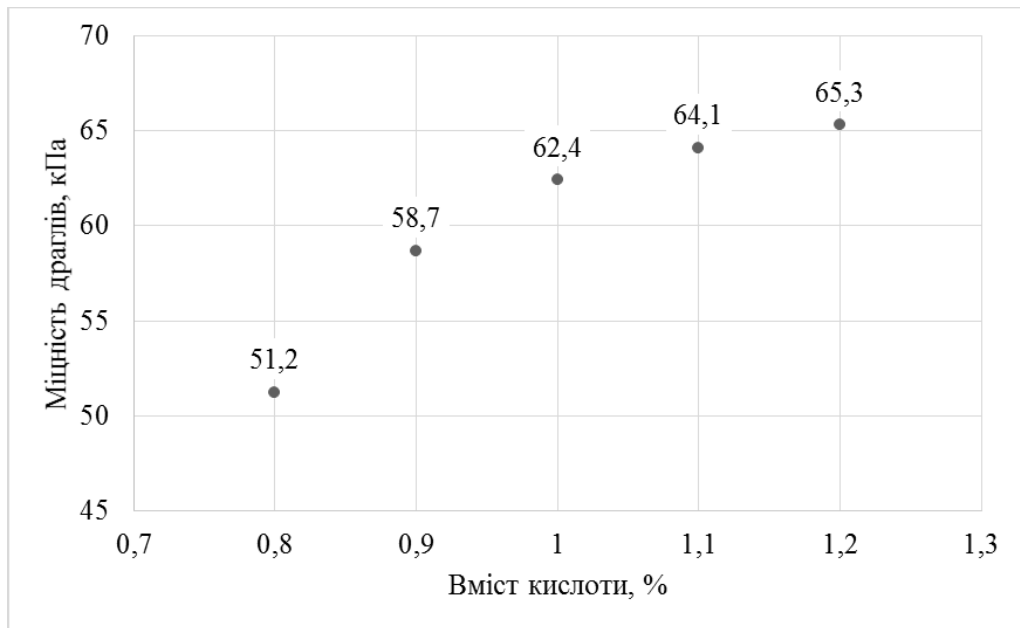


Рис. 4.3. Діаграма розсіювання експериментальних даних

Побудовано математичні моделі, які описують характер впливу кількості бурштинової кислоти на міцність драглів. Зважаючи на характер даних, визначено параметри для лінійної та поліноміальної (квадратичної) моделей.

Лінійна модель має загальний вигляд:

$$y_1 = \beta_{10} + \beta_{11}x_1, \quad (4.1)$$

де y_1 – міцність драглів, кПа;

x_1 – вміст бурштинової кислоти, %;

β_{10}, β_{11} – коефіцієнти лінійної моделі.

Поліноміальна модель матиме загальний вигляд:

$$y_2 = \beta_{20} + \beta_{21}x_1 + \beta_{22}x_1^2, \quad (4.2)$$

де $\beta_{20}, \beta_{21}, \beta_{22}$ – коефіцієнти поліноміальної (квадратичної) моделі.

Для обчислення коефіцієнтів скористалися методом найменших квадратів. Після визначення невідомих параметрів моделей проведено їх регресійний аналіз. Коефіцієнт детермінації R^2 та параметри моделей наведено в табл. 4.6.

Таблиця 4.6

| Модель | Залежна змінна | Параметри регресії, $i = 1, 2$ | | | Коефіцієнт детермінації |
|-----------------------------|----------------|--------------------------------|--------------|--------------|-------------------------|
| | | β_{i0} | β_{i1} | β_{i2} | R^2 |
| Лінійна | y_1 | 26,74 | 33,6 | — | 0,8316 |
| Поліноміальна (квадратична) | y_2 | -75,46 | 242,17 | -104,29 | 0,9831 |

На основі аналізу даних, наведених у табл. 4.6, можна зробити висновок, що значення коефіцієнта детермінації для поліноміальної моделі ближче, ніж для лінійної. Це означає, що в цілому поліноміальна модель більш точно описує експериментальні дані. Таку тенденцію можна простежити і на рис. 4.4.

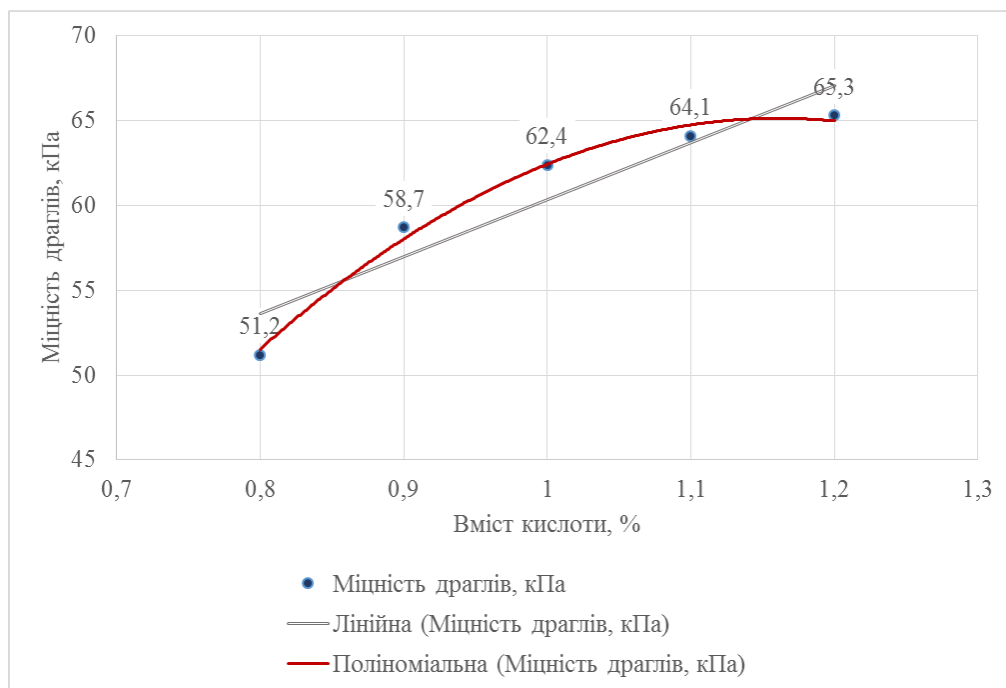


Рис. 4.4. Міцність драглів залежно від дозування бурштинової кислоти (математична обробка даних)

Для подальших обчислень використовували поліноміальну модель залежності міцності драглів від вмісту бурштинової кислоти:

$$y = -75,46 + 242,17x_1 - 104,29x_1^2. \quad (4.3)$$

За оптимальне значення міцності драглів y_{opt} обрали 60 кПа. Дане значення обране в результаті досліджень міцності драглів контрольного зразка мармеладу «Золота осінь», даних літературних джерел [158], а також органолептичних досліджень зразків мармеладу з різною міцністю. Розв'язавши отримане квадратне рівняння, отримали оптимальне значення рецептурного вмісту бурштинової кислоти $x_{1opt} = 0,939\%$ до маси рецептурної суміші.

На основі проведених досліджень розраховано відповідну кількість бурштинової кислоти для збереження сталого значення рН, необхідного для процесу драглеутворення пектину та забезпечення відповідних органолептичних та фізико-хімічних показників якості мармеладних виробів, а також удосконалено рецептуру формового мармеладу з бурштиновою кислотою (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

Рецептура формового мармеладу з бурштиновою кислотою

| № п/п | Сировина | Масова частка сухих речовин, % | Витрати сировини на 1 кг готової продукції, г | |
|-------|----------------------|--------------------------------|---|-------------------|
| | | | в натурі | в сухих речовинах |
| 1. | Цукор білий | 99,85 | 727,3 | 726,2 |
| 2. | Пюре яблучне | 10,0 | 368,2 | 36,8 |
| 3. | Пюре фруктово-ягідне | 10,0 | 129,4 | 12,9 |
| 4. | Пектин | 92,0 | 6,9 | 6,4 |
| 5. | Кислота бурштинова | 94,7 | 9,4 | 8,9 |
| 6. | Лактат натрію | 40,0 | 10,0 | 4,0 |
| 7. | Разом | - | 1251,0 | 795,1 |
| 8. | Вихід | 78,0 | 1000,0 | 780,0 |

Добова потреба в бурштиновій кислоті для людей з низьким рівнем фізичної активності становить 300-900 мг, а для людей з високим рівнем, зокрема спортсменів – 500-2000 мг [55, 56]. Ступінь задоволення добової потреби людей з різним рівнем фізичної активності в бурштиновій кислоті за рахунок споживання 100 г мармеладу зображено на рис. 4.5.

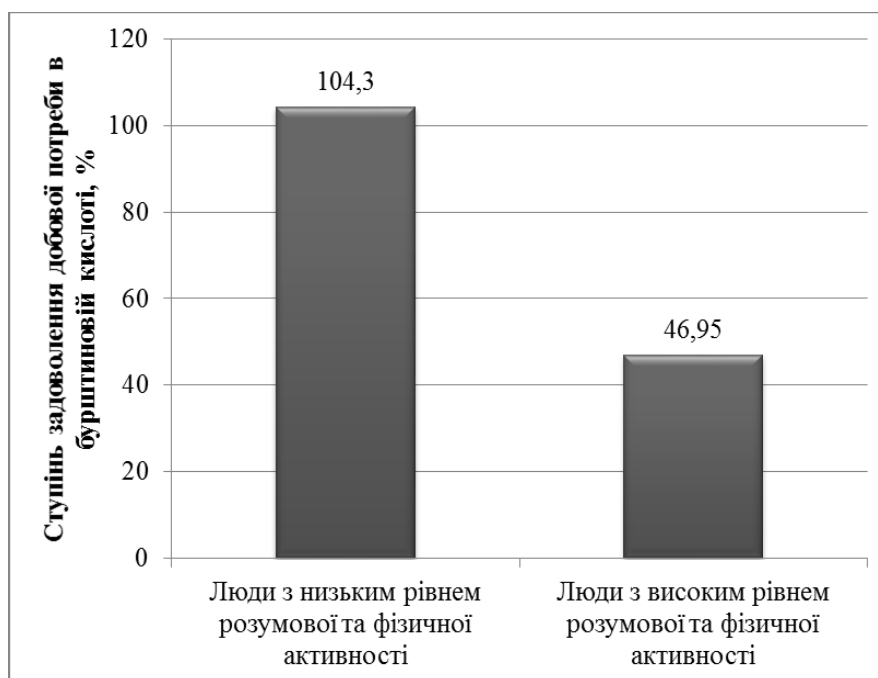


Рис. 4.5. Ступінь задоволення добової потреби людей з різною фізичною активністю в бурштиновій кислоті за рахунок споживання 100 г мармеладу, збагаченого бурштиновою кислотою

Аналізуючи дані рис. 4.5, можна зробити висновок, що для задоволення добової потреби в бурштиновій кислоті людям з низьким рівнем фізичного та нервово-емоційного навантаження необхідно споживати 30-100 г мармеладу залежно від характеру праці, способу життя та ваги людини. Для людей з високим рівнем фізичного та нервово-емоційного навантаження, зокрема спортсменів, для повного задоволення добової потреби в бурштиновій кислоті рекомендується споживати 50-200 г мармеладу залежно від етапу підготовки та рівня фізичного навантаження.

Оскільки бурштинова кислота – це природний препарат, побічні ефекти при її споживанні виникають вкрай рідко. Випадки передозування бурштиновою кислотою у медичній практиці не зафіксовано. Однак, при систематичному надмірному споживанні бурштинової кислоти можуть спостерігатись епігастральні болі, гіперсекреція шлункового соку і підвищення артеріального тиску.

Враховуючи високі органолептичні властивості та фізико-хімічні показники якості мармеладу з бурштиновою кислотою запропоновану рецептуру (табл. 4.7) обрано базовою для збагачення ФК адаптогенної дії.

Дослідження хімічного складу розробленої ФК «Антистрес» та екстрактів на її основі дали можливість рекомендувати їх використання в рецептурі мармеладних виробів спеціального призначення. В зв'язку з цим актуальними стають дослідження вибору раціонального способу внесення фітокомпозиції адаптогенної дії до складу мармеладних виробів.

4.2. Обґрунтування та математичне моделювання рецептур та технологічних параметрів формового мармеладу адаптогенної дії з ФК «Антистрес»

4.2.1. Визначення впливу ФК на процес драглеутворення і якість мармеладу

Метою досліджень даного підрозділу є визначення впливу порошкоподібної ФК з середнім розміром частинок (1 мм) на технологічні параметри та якість мармеладних виробів.

За результатами аналітичних досліджень та розрахунків, наведених у Розділі 3, можна вважати, що добова потреба людини у ФК становить 0,8...1,5 г/добу залежно від рівня фізичних та психоемоційних навантажень.

Для того, щоб продукт можна було віднести до функціональних, необхідно щоб за рахунок його добового споживання організм отримував 30...50% добової потреби збагачуваного компонента [149, 252, 253].

Для розрахунку оптимальної кількості внесеного порошку ФК, необхідно дослідити її вплив на органолептичні, технологічні властивості та фізико-хімічні показники якості отриманих мармеладних виробів. Для цього готували дослідні зразки мармеладу, до складу яких вносили різні дозування ФК. Ступінь задоволення добової потреби у ФК людей з різним рівнем фізичного та нервово-емоційного навантаження за рахунок споживання 100г мармеладу з різною кількістю ФК наведено у табл. 4.8.

Таблиця 4.8

Ступінь задоволення добової потреби у ФК людей з різним рівнем фізичного та нервово-емоційного навантаження

| № зразка | Вміст фітокомпозиції, г/100г мармеладу | Ступінь задоволення добової потреби у ФК людей з низьким рівнем фізичної активності, % | Ступінь задоволення добової потреби людей у ФК з низьким рівнем фізичної активності, % |
|----------|--|--|--|
| 1. | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2. | 0,4 | 50,0 | 26,7 |
| 3. | 0,6 | 75,0 | 40,0 |
| 4. | 0,8 | 100,0 | 53,3 |
| 5. | 1,0 | 125,0 | 66,7 |
| 6. | 1,2 | 150,0 | 80,0 |
| 7. | 1,5 | 187,5 | 100,0 |

Органолептичні показники якості дослідних зразків мармеладу на основі пюре чорної смородини з бурштиною кислотою та різною кількістю внесеної ФК наведено у табл. 4.9.

Таблиця 4.9

Органолептичні показники якості мармеладу на основі пюре чорної смородини з бурштиною кислотою залежно від дозування ФК

| № зразка | Вміст ФК | Органолептичні показники | | | | | |
|----------|----------|---|---|----------------------------|---|---|-------------------------------|
| | | Смак | Запах | Колір | Консистенція | Форма | Поверхня |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1. | 0 | Чистий, солодкий, з легкою кислотою, яскраво виражений, характерний для яблучно-смородинового пюре, з легкою кислотою | Чистий, властивий для яблучно-смородинового пюре | Темно-червоний, непрозорий | Желеподібна, пружна, неоднорідна, з включенням мезги смородини | Правильна, з чіткими гранями, без деформацій, відповідає рисунку ячейки форми | Гладка, з характерним блиском |
| 2. | 0,4 | Характерний для плодово-ягідного мармеладу з легким присмаком ФК | Властивий для яблучно-смородинового пюре з легким ароматом ФК | Темно-червоний, непрозорий | Желеподібна, пружна, неоднорідна з включеннями частинок ФК, рівномірно розподіленими по всьому об'єму мармеладу | Правильна, з чіткими гранями, без деформацій, відповідає рисунку ячейки форми | Гладка, з характерним блиском |
| 3. | 0,6 | Кисло-солодкий, характерний для плодово-ягідного пюре з легким присмаком ФК | Властивий для яблучно-смородинового пюре з легким ароматом ФК | Темно-червоний, непрозорий | Желеподібна, пружна, неоднорідна з включеннями частинок ФК, рівномірно розподіленими по всьому об'єму мармеладу | Правильна, з чіткими гранями, без деформацій, відповідає рисунку ячейки форми | Гладка, з характерним блиском |
| 4. | 0,8 | Збалансований, кисло-солодкий, характерний для плодово-ягідного мармеладу з легким присмаком ФК, залишає приємний кислувато-солодкуватий після смак | Властивий для яблучно-смородинового пюре з легким ароматом ФК | Темно-червоний, непрозорий | Желеподібна, пружна, неоднорідна з включеннями частинок ФК, рівномірно розподіленими по всьому об'єму мармеладу | Правильна, з чіткими гранями, без деформацій, відповідає рисунку ячейки форми | Гладка, з характерним блиском |

Продовження табл. 4.9

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----|-----|--|---|----------------------------|---|---|-------------------------------|
| 5. | 1 | Збалансований, кисло-солодкий, характерний для плодово-ягідного мармеладу з легким присмаком ФК, залишає приємний кислувато-солодкуватий після смак з легкою гірчинкою | Властивий для яблучно-смородинового пюре з легким ароматом ФК | Темно-червоний, непрозорий | Желеподібна, пружна, неоднорідна з включеннями частинок ФК, рівномірно розподіленими по всьому об'єму мармеладу | Правильна, з чіткими гранями, без деформацій, відповідає рисунку ячейки форми | Гладка, з характерним блиском |
| 6. | 1,2 | Збалансований, кисло-солодкий, характерний | Властивий для яблучно-смородинового пюре з легким ароматом ФК | Темно-червоний, непрозорий | Желеподібна, пружна, неоднорідна з включеннями частинок ФК, рівномірно розподіленими по всьому об'єму мармеладу | Правильна, з чіткими гранями, без деформацій, відповідає рисунку ячейки форми | Гладка, з характерним блиском |
| 7. | 1,5 | Характерний для плодово-ягідного пюре з яскраво вираженим присмаком залишає гіркуватий післясмак | Властивий для яблучно-смородинового пюре з легким ароматом ФК | Темно-червоний, непрозорий | Желеподібна, щільна, неоднорідна з включеннями частинок ФК, рівномірно розподіленими по всьому об'єму мармеладу | Правильна, з чіткими гранями, без деформацій, відповідає рисунку ячейки форми | Гладка, з характерним блиском |

За даними табл. 4.9 можна зробити висновок, що найвищі органолептичні показники якості мають зразки №5, 6 що забезпечує 66,7 та 80,0% добової потреби у ФК у людей з високою фізичною активністю 125 та 150% відповідно у людей з низькою фізичною активністю за рахунок споживання 100г мармеладу.

Основним реологічним показником мармеладу є його міцність. Результати дослідження міцності драглів залежно від дозування ФК представлено на рис. 4.6.

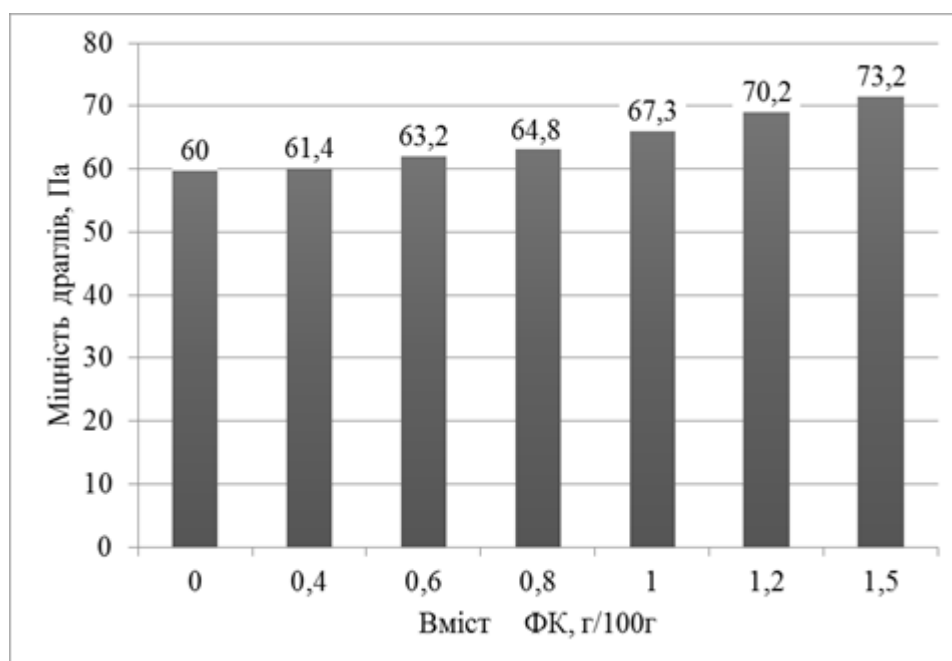


Рис. 4.6. Міцність мармеладу за різного дозування ФК

З рис. 4.6 видно, що внесення ФК сприяє підвищенню міцності драглів, що пояснюється впливом комплексу фітоадаптогенів на структуру драглів.

Отже, за результатами досліджень встановлено, що додавання ФК у дозуванні 1...1,2% сприяє покращенню органолептичних властивостей, підвищенню міцності драглів порівняно з контролем. Це дозволить зменшити дозування рецептурної кількості пектину. Зразок з дозуванням ФК у кількості 1,5% має найвище значення міцності драглів, однак у даного зразка гірші органолептичні властивості, зокрема гіркуватий після смак.

4.2.2. Оптимізація рецептурного складу формового мармеладу з бурштиною кислотою та ФК «Антистрес»

Встановивши оптимальне значення вмісту бурштинової кислоти, можна оцінити вплив рецептурної кількості пектину та ФК на міцність драглів. Для цього при оптимальному значенні $x_{1opt} = 0,939\%$ вмісту бурштинової кислоти (див. п. 4.1.) експериментально встановлено значення міцності драглів за різних співвідношень пектину та ФК.

Будували математичні моделі впливу вмісту компонентів на міцність драглів та обрали найбільш адекватну.

Перша модель в загальному вигляді має такий вигляд:

$$y_3 = \beta_{30} + \beta_{31}x_2 + \beta_{32}x_3, \quad (4.4)$$

де y_3 – міцність драглів, кПа;

x_2 – вміст фітокомпозиції, %;

x_3 – вміст рецептурного пектину, %;

$\beta_{3j}, j = \overline{0,2}$ – коефіцієнти моделі.

Другу модель побудували як поліном другого ступеня від значень факторів:

$$y_4 = \beta_{40} + \beta_{41}x_2 + \beta_{42}x_2^2 + \beta_{43}x_3 + \beta_{44}x_3^2, \quad (4.5)$$

де $\beta_{4j}, j = \overline{0,4}$ – коефіцієнти моделі.

Параметри моделей знаходили за допомогою методу найменших квадратів. Результати наведено в табл. 4.10.

Параметри моделей, знайдених методом найменших квадратів

| № мо- делі | Залежна змінна | Параметри регресії, $i = 3, 4$ | | | | | Коефіцієнт детермінації |
|---------------|-------------------|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|
| | | β_{i0} | β_{i1} | β_{i2} | β_{i3} | β_{i4} | R^2 |
| 1 | y_3 | 28,041 | 6,199 | 48,095 | — | — | 0,9517 |
| 2 | y_4 | 17,53 | 3,782 | 3,676 | 114,824 | -78,033 | 0,9972 |

З табл. 4.10 можна зробити висновок, що значення коефіцієнта детермінації для другої моделі ближче до 1, ніж для першої. Отже, в цілому, друга модель більш точно описує експериментальні дані.

Для подальших розрахунків використовували таку регресійну залежність міцності драглів y від вмісту ФК x_2 та рецептурного пектину x_3 :

$$y = 17,53 + 3,782x_2 + 3,676x_2^2 + 114,824x_3 - 78,033x_3^2. \quad (4.6)$$

Дисперсійний аналіз показав, що гіпотеза про рівність нулю коефіцієнтів регресії має ймовірність $p = 0,0006$ при рівні значущості $\alpha = 0,05$. Це свідчить про статистичну значимість коефіцієнтів регресії розрахованої моделі.

Для визначення оптимальних співвідношень компонентів ліву частину формули (4.6) прирівняли до 60, оскільки саме 60 кПа прийнято як оптимальне значення міцності драглів (див. п. 4.1):

$$17,53 + 3,782x_2 + 3,676x_2^2 + 114,824x_3 - 78,033x_3^2 = 60 \quad (4.7)$$

Змінюючи значення факторів x_2, x_3 в їх областях визначення, можна встановити різноманітні співвідношення рецептурних компонентів. Графічно це виглядає наступним чином (рис. 4.7).

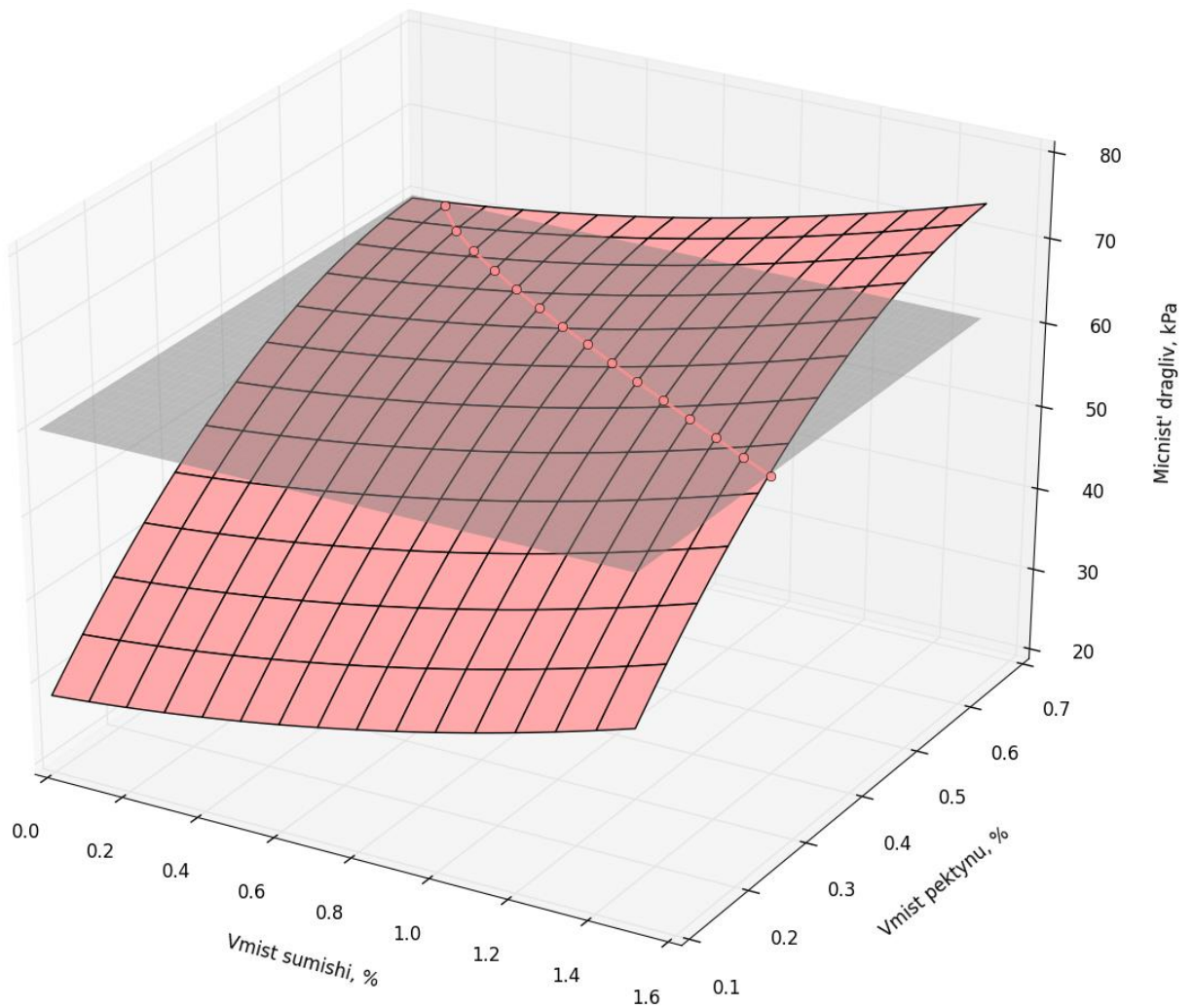


Рис. 4.7. Графічна інтерпретація визначення співвідношень рецептурних компонентів в мармеладі з ФК

Як видно (рис. 4.7), точки, що відповідають оптимальним співвідношенням компонентів рецептури, розташовані вздовж кривої лінії перетину площин.

Отримані дані дозволяють сформуванати модель, що описує оптимальне співвідношення пектину і ФК в мармеладі (рис.4.8).

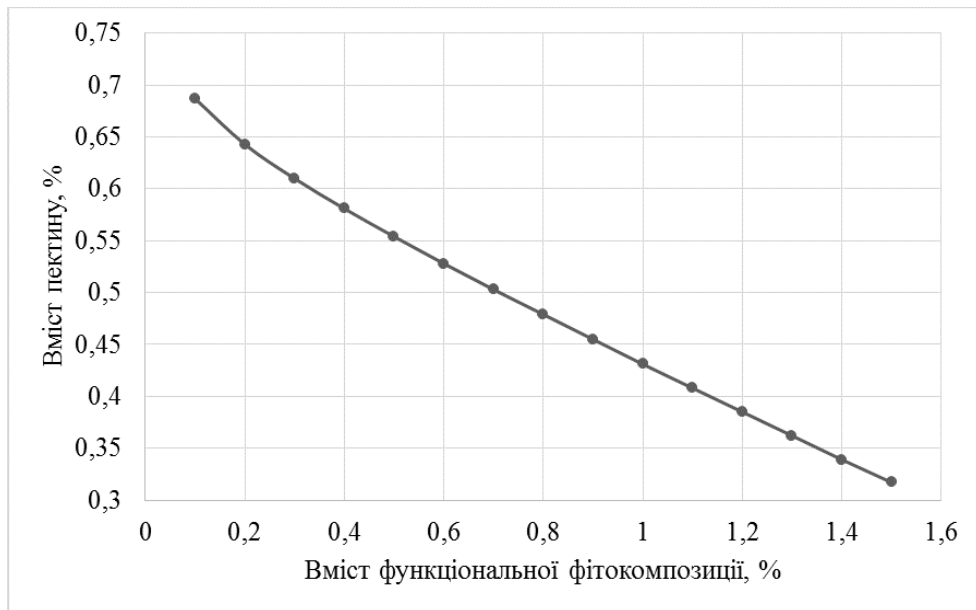


Рис. 4.8. Співвідношення дозування пектину і ФК для забезпечення міцності драглів 60 кПа

Графік, показаний на рис.4.8, дає змогу за значенням масової частки ФК встановити значення рецептурного дозування пектину, який потрібно внести для забезпечення оптимальної міцності драглів. Наближені значення рецептурних компонентів, що дозволяють балансувати дозування пектину та ФК в мармеладі для забезпечення відповідної міцності, наведено у табл. 4.11.

Таблиця 4.11

Комбінації дозування пектину і ФК в рецептурі мармеладу

| Масова частка ФК, % | Масова частка рецептурного пектину, % |
|---------------------|---------------------------------------|
| 0 | 0,700 |
| 0,1 | 0,687 |
| 0,2 | 0,643 |
| 0,3 | 0,61 |
| 0,4 | 0,581 |
| 0,5 | 0,554 |
| 0,6 | 0,528 |
| 0,7 | 0,503 |
| 0,8 | 0,479 |
| 0,9 | 0,455 |
| 1,0 | 0,431 |
| 1,1 | 0,408 |
| 1,2 | 0,385 |
| 1,3 | 0,362 |
| 1,4 | 0,339 |
| 1,5 | 0,317 |

Отже, дані табл. 4.11 є необхідними з технологічної точки зору для створення рецептурних композицій мармеладу з ФК.

Таким чином, оптимізовано співвідношення пектину та ФК в композиції мармеладу, що дозволяє отримати продукт з заданою міцністю.

4.2.3. Розроблення рецептури та технології формового мармеладу з ФК «Антистрес»

За результатами проведених досліджень органолептичних, фізико-хімічних та структурно механічних властивостей мармеладу з різним дозуванням ФК, можна зробити висновок, що порошок ФК необхідно вносити у кількості 1...1,2% до маси мармеладу.

Модифікована рецептура мармеладу, збагаченого порошкоподібною ФК, наведена у табл. 4.12 та 0.

Таблиця 4.12

Модифікована рецептура мармеладу з ФК «Антистрес» (1% до маси мармеладу)

| № п/п | Сировина | Масова частка сухих речовин, % | Витрати сировини на 1 кг готової продукції, г | |
|-------|-------------------------|--------------------------------|---|-------------------|
| | | | в натурі | в сухих речовинах |
| 1. | Цукор білий | 99,85 | 719,4 | 726,2 |
| 2. | Пюре яблучне | 10,0 | 364,0 | 36,8 |
| 3. | Пюре з чорної смородини | 10,0 | 127,6 | 12,9 |
| 4. | Пектин | 92,0 | 4,3 | 3,9 |
| 5. | Кислота бурштинова | 94,7 | 9,3 | 8,9 |
| 6. | Лактат натрію | 40,0 | 9,9 | 4,0 |
| 7. | ФК | 90,0 | 9,9 | 9,0 |
| 8. | Разом | - | 1246,9 | 795,5 |
| 9. | Вихід | 78,0 | 1000,0 | 780,0 |

Таблиця 4.13

Модифікована рецептура мармеладу з ФК «Антистрес» (1,2% до маси мармеладу)

| № п/п | Сировина | Масова частка сухих речовин, % | Витрати сировини на 1 кг готової продукції, г | |
|-------|-------------------------|--------------------------------|---|-------------------|
| | | | в натурі | в сухих речовинах |
| 1. | Цукор білий | 99,85 | 721,5 | 720,4 |
| 2. | Пюре яблучне | 10,0 | 365,1 | 36,5 |
| 3. | Пюре з чорної смородини | 10,0 | 128,0 | 12,8 |
| 4. | Пектин | 92,0 | 3,8 | 3,5 |
| 5. | Кислота бурштинова | 94,7 | 9,3 | 8,8 |
| 6. | Лактат натрію | 40,0 | 9,9 | 4,0 |
| 7. | ФК | 90,0 | 11,9 | 10,7 |
| 8. | Разом | - | 1249,5 | 796,7 |
| 9. | Вихід | 78,0 | 1000,0 | 780,0 |

Принципова технологічна схема отримання мармеладу з ФК «Антистрес» зображена на рис. 4.9.

Для приготування мармеладу спочатку готують пектиново-цукровий сироп. Порошок пектину використовують в тому випадку, коли пектин добре розчиняється у воді без попереднього набухання. Для приготування пектиново-цукрового сиропу пектин та цукор попередньо просіюють через сита та змішують у співвідношенні цукор:пектин 1:2. Цукрово-пектинову суміш змішують з холодною водою, яку беруть у 20-кратній кількості до маси пектину. Отриманий 4-% розчин пектину залишають на 4 год. періодично перемішуючи.

Отриманий цукрово-пектиновий сироп змішують з іншими компонентами рецептури: фруктово-ягідним пюре, цукром та лактатом натрію.

Отриману суміш уварюють протягом від 5..7 до 15...20 хв, залежно від маси суміші, до вмісту сухих речовин 70...75%. На етапі варіння у мармеладну масу вноситься функціональна композиція та бурштинова кислота. Кислота витісняє пектинові кислоти із солей, які не беруть участь в процесі драглеутворення.



Рис. 4.9. Принципова технологічна схема виробництва мармеладу з ФК «Антистрес»

Суміш перемішується та відливається у форми. Процес формування мармеладу відбувається за температури 75...85°C. Значення рН сформованої желевної маси повинна коливатися в межах 2,8...3,2.

Сформовані мармеладні вироби залишають для застигання (осадження). Процес драглеутворення проходить протягом 20...30 хв. при температурі 15...20°C. Отриманий мармелад висушують за температури 38...50°C впродовж 6...12 год до вмісту вологи 20...24% та охолоджують до температури 15...25°C. Охолоджений мармелад упаковують, зберігають та реалізують.

4.2.4. Показники якості та безпеки, хімічний склад мармеладу з ФК «Антистрес»

Досліджено органолептичні і фізико-хімічні показники якості мармеладу з ФК «Антистрес» (табл. 4.14 та 4.15 відповідно).

Таблиця 4.14

Органолептичні показники якості формового мармеладу з ФК «Антистрес»

| Показники | Характеристика |
|---------------|--|
| Смак | Збалансований, кисло-солодкий, характерний для плодово-ягідного мармеладу з легким присмаком ФК, залишає приємний кислувато-солодкуватий після смак з легкою гірчинкою |
| Запах | Властивий для яблучно-смородинового пюре з легким ароматом ФК |
| Колір | Темно-червоний, непрозорий |
| Консистенція | Желеподібна, пружна, неоднорідна з включеннями частинок ФК, рівномірно розподіленими по всьому об'єму мармеладу |
| Форма | Правильна, з чіткими гранями, без деформацій, відповідає рисунку ячейки форми |
| Стан поверхні | Гладка, з характерним блиском |

Таблиця 4.15

Фізико-хімічні показники якості формового мармеладу з ФК «Антистрес»

| Показники | Нормативне значення показника (згідно з ДСТУ 4333:2004) | Мармелад з ФК «Антистрес» |
|--|---|---------------------------|
| Масова частка вологи, %, не більше ніж | 15,0-23,0 | 22,0±1,7 |
| Масова частка редуруючих речовин, % не більше ніж | 20 | 16,5±0,5 |
| Загальна кислотність, градуси | 7,5-22,5 | 7,9±0,5 |
| Масова частка золи, нерозчинної у розчині з масовою часткою соляної кислоти 10 %, %, не більше ніж | 0,05 | 0,03±0,01 |

З табл. 4.14 виходить, що розроблений мармелад з ФК «Антистрес» має високі органолептичні властивості, які будуть задовольняти вимоги не лише спортсменів, але і широкого загалу споживачів.

За фізико-хімічними показниками якості мармелад з ФК «Антистрес» (табл. 4.15) відповідає вимогам нормативної документації.

Встановлено, що показники безпеки у мармеладі з ФК не перевищують регламентів (табл. 4.16, 4.17).

Таблиця 4.16

Мікробіологічні показники безпеки формового мармеладу з ФК «Антистрес»

| Показник | Нормативне значення показника (згідно з ДСТУ 4333:2004) | Мармелад з ФК «Антистрес» |
|--|---|---------------------------|
| Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1г не більше ніж | $1 \cdot 10^3$ | $1 \cdot 10^2$ |
| Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,1 г | Не допускається | Не виявлено |
| Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду Сальмонела, в 25 г | Не допускається | Не виявлено |
| Дріжджі КУО в 1 г, не більше | Не допускається | Не виявлено |
| Плісневі гриби, КУО в 1 г, не більше | 50 | 10 |

Таблиця 4.17

Вміст токсичних елементів у мармеладі з ФК «Антистрес»

| Показник | Нормативне значення показника (згідно з ДСТУ 4333:2004) | Мармелад з ФК «Антистрес» |
|----------|---|---------------------------|
| Свинець | 1,0 | 0,5±0,1 |
| Кадмій | 0,1 | 0,07±0,01 |
| Миш'як | 0,5 | 0,1±0,05 |
| Ртуть | 0,01 | 0,005±0,001 |
| Мідь | 15,0 | 8±0,3 |
| Цинк | 30,0 | 10±0,2 |

Визначено макро- та мікронутрієнтний склади мармеладу з ФК (табл. 4.18, 4.18 відповідно).

Таблиця 4.18

Макронутрієнтний склад формового мармеладу з ФК «Антистрес»

| Речовина | Вміст в контрольному зразку («Золота осінь»), г/100г | Вміст в мармеладі, г/100г |
|-------------------------|--|---------------------------|
| Вода | 22±5 | 22±5 |
| Білки | 0,1±0,05 | 0,1±0,05 |
| Жири | 0,0 | 0,0 |
| Вуглеводи | 73,2±10,6 | 74,5±11,2 |
| в т. ч. харчові волокна | 0,3±0,05 | 0,5±0,05 |

Таблиця 4.19

Мікронутрієнтний склад формового мармеладу з ФК «Антистрес»

| Речовина | Вміст в контрольному зразку («Золота осінь»), мг/100г | Вміст в мармеладі, мг/100г |
|-------------------------|---|----------------------------|
| Na | 58±5 | 66±5 |
| K | 35±7 | 40±2 |
| Ca | 15±0,9 | 20±1,4 |
| Mg | 2±0,2 | 3±0,5 |
| P | 4±0,9 | 5±0,7 |
| Каротини | 38±3,2 | 50±2,4 |
| Сума фенольних сполук | 22,5±3,2 | 58,6±8,3 |
| Поліфенольні речовини | 7,2±5,7 | 23,5±1,4 |
| Флавоноїди | 4,7±0,9 | 16,2±0,8 |
| Гідроксикоричні кислоти | 2,3±0,7 | 8,7±0,3 |
| Бурштинова кислота | - | 87±6,2 |

З табл. 4.18, 4.19 можна зробити висновок, що макронутрієнтний склад мармеладу з ФК «Антистрес» не зазнав суттєвих змін порівняно з контрольним зразком. Мікронутрієнтний склад дослідного зразка відзначається

збільшенням вмісту макроелементів. Особливої уваги заслуговує збільшення різних груп фенольних сполук та каротину при внесенні ФК до рецептури мармеладу.

Для того, щоб продукт проявляв фізіологічну активність та був віднесеним до категорії функціональних, необхідно, щоб 100г його споживання задовольняло організм людини в певних БАР у кількості, яка за різними джерелами літератури, коливається в межах 30...50%.. Ступінь задоволення добової потреби в діючих речовинах за рахунок споживання 100 г мармеладу з ФК «Антистрес» наведено на рис. 4.10.



Рис. 4.10. Ступінь задоволення добової потреби в діючих речовинах за рахунок споживання 100 г мармеладу з ФК «Антистрес»

Таким чином, можна зробити висновок, що розроблений мармелад з ФК «Антистрес» можна відносити до категорії функціональних харчових продуктів, адже його споживання у кількості 100г забезпечує організм людини в фенольних сполуках на 48,8%, бурштиновій кислоті – на 17,4%, каротинах – на 83,3%.

4.2.5. Обґрунтування умов та термінів зберігання формового мармеладу з ФК «Антистрес»

Нова продукція в ЗРГ може зберігатись певний час, тому доцільним було визначення впливу умов та термінів зберігання мармеладу з ФК на органолептичні, фізико-хімічні показники якості, а також мікробіологічною стабільністю (табл. 4.20-4.22). В експериментах для пакування мармеладу з ФК обрано пластикову тару (лотки, контейнери тощо), рекомендовані для зберігання харчових продуктів. Параметри зберігання мармеладу з ФК: $T=10...15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi=70...75\%$ впродовж 7 діб.

Таблиця 4.20

Органолептичні властивості формового мармеладу з ФК «Антистрес» впродовж зберігання

| Показники | Характеристика показника | | | |
|--------------|--|--------|---------|---|
| | 48 год | 96 год | 120 год | 7 діб |
| Смак | Збалансований, кисло-солодкий, характерний для плодово-ягідного мармеладу з легким присмаком ФК, залишає приємний кислувато-солодкуватий після смак з легкою гірчинкою | | | З'являються окремі кристалики зацукрювання маси |
| Запах | Властивий для яблучно-смородинового пюре з легким ароматом ФК | | | |
| Колір | Темно-червоний, непрозорий | | | Деяко втрачається яскравість кольору |
| Консистенція | Желеподібна, пружна, неоднорідна з включеннями частинок ФК, рівномірно розподіленими по всьому об'єму мармеладу | | | Желеподібна, ущільнена |
| Форма | Правильна, з чіткими гранями, без деформацій, відповідає рисунку ячейки форми | | | |
| Поверхня | Гладка, з характерним блиском | | | Блиск частково втрачається |

Таблиця 4.21

Фізико-хімічні показники якості формового мармеладу з ФК «Антистрес»
впродовж зберігання

| Показники | Значення показника | | | |
|---|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| | 48 год | 96 год | 120 год | 7 діб |
| Масова частка вологи, % | 22,0±1,7 | 21±1,2 | 19±1,6 | 17±0,9 |
| Масова частка редукуючих речовин, % | 16,5±0,5 | 16,9±0,5 | 17,5±0,5 | 18,5±0,5 |
| Загальна кислотність, градуси | 7,9±0,5 | 7,9±0,5 | 8,2±0,5 | 8,5±0,5 |
| Масова частка золи, нерозчинної у розчині з масовою часткою соляної кислоти 10 %, % | 0,03±0,01 | 0,03±0,01 | 0,04±0,01 | 0,06±0,01 |

Таблиця 4.22

Мікробіологічні показники безпеки формового мармеладу з ФК «Антистрес»
впродовж зберігання

| Показник | Характеристика показника | | | |
|---|--------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| | 48 год | 96 год | 120 год | 7 діб |
| Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г | 1*10 ² | 1*10 ² | 1,2*10 ² | 1,2*10 ² |
| Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,1 г | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено |
| Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду Сальмонела, в 25 г | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено |
| Дріжджі КУО в 1 г | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено |
| Плісневі гриби, КУО в 1 г | 10 | 10 | 10 | 11 |

З табл. 4.20 видно, що впродовж зберігання мармеладу з ФК «Антистрес» відзначається ущільнення маси через втрату вологи та часткову

кристалізацію сахарози. Тому рекомендований термін зберігання нової продукції в ЗРГ становить не більше 5 діб в пластиковій тарі.

З табл. 4.21 виходить, що впродовж 7 діб зберігання відзначається зменшення масової частки вологи на 22,7%, наростання загальної кислотності на 7,6%, редукуючих речовин – на 12,1%. Зниження вмісту вологи пояснюється її десорбцією з поверхневих шарів мармеладної маси. Накопичення редукуючих речовин в мармеладі обумовлено гідролітичним розщепленням сахарози на глюкозу і фруктозу під дією кислот. Отримані дані не перевищують меж, встановлених ДСТУ 4333:2004 (табл. 4.15).

Дані табл. 4.22 свідчать про мікробіологічну стабільність розробленого мармеладу впродовж досліджуваних термінів зберігання.

На основі проведених досліджень встановлено режими зберігання мармеладу з ФК «Антистрес»: в пластиковій тарі при температурі 10...15 °С, відносній вологості повітря 70...75% впродовж 120 годин (5 діб).

Таким чином, оптимізовано рецептуру та розроблено технологію формового мармеладу адаптогенної дії з ФК «Антистрес», досліджено його хімічний склад, показники якості та безпеки, встановлено режими та терміни зберігання.

Технологічну карту на мармелад желейно-фруктовий формовий фітокомпозицією «Антистрес» наведено у додатку Г.

4.3. Обґрунтування та розроблення технології формового мармеладу з екстрактами ФК «Антистрес»

4.3.1. Обґрунтування рецептурного складу формового мармеладу з бурштиновою кислотою та екстрактами ФК «Антистрес»

За результатами досліджень, наведених у Розділі 3, можна зробити висновок, що найкращими екстрагентами пектинових речовин та фенольних сполук є вода дистильована та 50%-вий розчин етилового спирту, оскільки при цьому вилучається максимальна кількість діючих речовин. Тому необхідно

обґрунтувати спосіб внесення екстрактів до рецептури мармеладу та розробити технологію мармеладу з бурштиновою кислотою, збагаченого екстрактами фітокомпозиції «Антистрес».

З літературних джерел відомо, що найкращим розчинником пектинових речовин є вода. У зв'язку з цим найбільш раціонально водні екстракти використовувати для набухання пектину.

Водно-спиртові екстракти рекомендовано вносити до мармеладної маси перед її формуванням на стадії охолодження при температурі 70°C. Внесення спиртових екстрактів перед формуванням пояснюється тим, що при внесенні в гарячу масу спирт випариться, що не спричинить зміни вмісту сухих речовин у мармеладній масі та реологічних властивостей готових мармеладних виробів. Однак, дана операція може бути використана для спиртових екстрактів, коли екстрагентом є чистий спирт. Використання розчинів спирту (водно-спиртових екстрактів) різної міцності призведе до збільшення кількості води в мармеладній масі, зниження кількості сухих речовин, в'язкості та, відповідно, міцності мармеладних драглів, що обумовлює необхідність додаткового внесення до рецептури драглеутворювача (пектину) та підвищення вартості готових виробів. Існує думка, що для покращення розчинення та отримання однорідного розчину пектин рекомендується змочити спиртом [162]. Відомо, що внесення цукру та спирту до складу мармеладних мас призводить до збільшення взаємної асоціації молекул пектину, в результаті чого утворюються стійкі агрегати молекул – золь переходить в гель. Наведені дані дають можливість зробити висновок про доцільність внесення спирту (спиртового екстракту) до складу мармеладних виробів. Даний прийом може мати не тільки біологічний, але й технологічний ефект.

В зв'язку з вищесказаним доцільним є дослідження впливу використання водних та водно-спиртових екстрактів ФК «Антистрес» для набухання пектину на технологічний процес та якість мармеладних виробів.

Передбачається, що внесення до рецептури мармеладу водного та водно-спиртового екстрактів, які містять 2,6% та 1,9% пектинових речовин відповідно, дозволить знизити кількість рецептурного пектину.

За даними літератури відомо, що рослинна сировина, яка входить до складу ФК «Антистрес», містить низькометоксильований пектин [100, 162]. Однак, як базову рецептуру було обрано желейно-фруктовий формовий мармелад «Золотая осень» на яблучному пектині який є високометоксильованим.

Однчасне використання у технології мармеладних виробів низькометоксильованого та високометоксильованого пектину сприяє підвищенню міцності мармеладних драглів, якщо створені необхідні умови драглеутворення для кожного з них (наявність кислот та цукру для високометоксильованого та наявність солей кальцію для низькометоксильованого) [100]. Це пояснюється тим, що молекули високометоксильованого та низькометоксильованого пектинів з'єднуються між собою, утворюючи сітку, яка додатково зв'язується іонами кальцію, що зумовлює до підвищення її міцності і, як наслідок, зниження витрат драглеутворювача. Концентрація кальцію повинна становити від 0,01 до 0,1% до мармеладної маси [100].

Як впливає з Розділу 3, вміст кальцію в екстрактах становить $4,0 \pm 0,1$. На основі цього можна зробити висновок, що внесення екстрактів до рецептури мармеладу знизить кількість драглеутворювача не тільки за рахунок пектинових речовин, які містяться в екстракті, але за рахунок взаємодії високо- та низькоетерифікованих пектинових речовин.

Для обґрунтування рецептурного складу формового мармеладу з бурштиною кислотою та екстрактами ФК «Антистрес» проведено відповідні розрахунки.

Якщо прийняти, що P_p – маса рецептурного пектину, г, яку потрібно внести в суміш; P_e – вміст пектину в екстракті, г; P_c – сумарний (загальний) вміст пектину, г, то

$$P_p + P_e = P_c. \quad (4.8)$$

Враховуючи те, що для розчинення сухого пектину необхідно внести в 20 разів (за масою) більше розчинника (в нашому випадку розчинником є екстракт ФК), можна записати:

$$m_e = 20P_p, \quad (4.9)$$

де m_e – маса екстракту.

Якщо в екстракті міститься k % пектину, то масу пектину в екстракті можна виразити через масу екстракту як

$$P_e = \frac{m_e \cdot k}{100}. \quad (4.10)$$

Підставляючи (4.9) до (4.10), отримуємо:

$$P_e = \frac{20P_p \cdot k}{100} = \frac{1}{5}P_p k. \quad (4.11)$$

Тепер можна підставити (4.11) в (4.8), щоб виразити сумарний вміст пектину через масу внесеного рецептурного пектину:

$$P_c = P_p + \frac{1}{5}P_p k = P_p \left(1 + \frac{1}{5}k\right). \quad (4.12)$$

Тоді

$$P_p = \frac{P_c}{1 + \frac{1}{5}k}. \quad (4.13)$$

Рівність (4.13) дає змогу встановити масу рецептурного пектину P_p , яку потрібно внести, щоб у разі розчинення в екстракті (із вмістом пектину k %),

на виході одержати необхідний загальний вміст пектину P_c . Маса екстракту при цьому дорівнює:

$$m_e = \frac{20P_c}{1 + \frac{1}{5}k}. \quad (4.14)$$

Для екстрактів, що застосовуються в даній роботі, значення вмісту пектину k дорівнює 1,9 та 2,6%. Формули (4.13) та (4.14) при цьому матимуть такий вигляд (табл. 4.23).

Таблиця 4.23

Розрахункові формули для визначення маси компонентів суміші

| Масова частка пектину в екстракті, k , % | Маса пектину в екстракті. P_p , г | Маса екстракту, m_e , г |
|--|-------------------------------------|---------------------------|
| 1,9 | $\frac{P_c}{1,38}$ | $14,49P_c$ |
| 2,6 | $\frac{P_c}{1,52}$ | $13,16P_c$ |

Раніше було встановлено, що для забезпечення міцності драглів 60 кПа вміст пектину повинен становити близько 7 г на 1 кг мармеладних виробів. Якщо задати значення $P_c = 7$ г, то залежність маси рецептурного пектину P_p від значення k (вмісту пектину в екстракті) буде мати вигляд як показано на рис. 4.11.

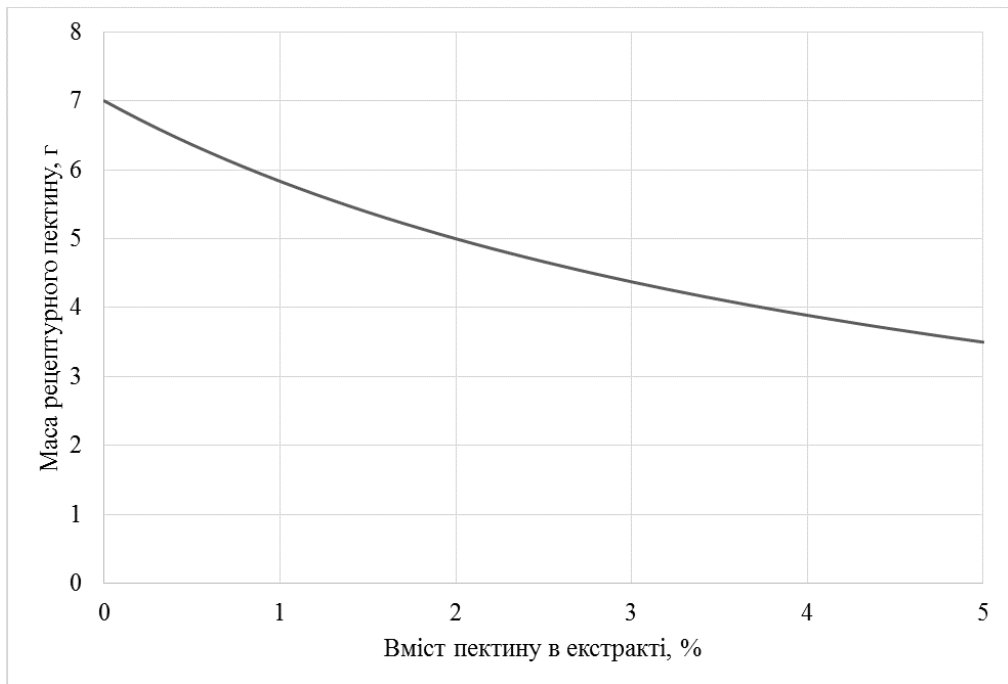


Рис. 4.11. Маса рецептурного пектину за різного вмісту пектину в екстракті

Як видно з рис. 4.11, із зростанням вмісту пектину в екстракті маса рецептурного пектину, який потрібно внести, має тенденцію до зменшення.

Підставляючи $P_c = 7$ г до формул із табл. 4.23, одержимо потрібні значення мас рецептурного пектину та екстракту при заданих значеннях k (табл. 4.24).

Таблиця 4.24

Маси рецептурних компонентів залежно від вмісту пектину в екстракті

| Вміст пектину в екстракті k , % | Маса рецептурного пектину P_p , г | Маса екстракту m_e , г |
|--------------------------------------|--|-----------------------------|
| 1,9 | 5,1 | 101,4 |
| 2,6 | 4,6 | 92,1 |

Отже, на підставі проведених розрахунків визначено відповідні співвідношення пектину та екстрактів, що дозволило обґрунтувати рецептурний склад формового мармеладу з бурштиною кислотою та екстрактами ФК «Анти-стрес».

4.3.2. Розроблення рецептури та технології формового мармеладу з екстрактами ФК «Антистрес»

Розроблено рецептури та технологічну схему виробництва формового мармеладу адаптогенної дії з водним та водно-спиртовим екстрактами ФК «Антистрес» – табл. 4.25, 4.26 відповідно.

Таблиця 4.25

Модифікована рецептура формового мармеладу з водним екстрактом ФК «Антистрес»

| № п/п | Сировина | Масова частка сухих речовин, % | Витрати сировини на 1 кг готової продукції, г | |
|-------|----------------------|--------------------------------|---|-------------------|
| | | | в натурі | в сухих речовинах |
| 1. | Цукор білий | 99,85 | 723,1 | 722,0 |
| 2. | Пюре яблучне | 10,0 | 368,2 | 36,8 |
| 3. | Пюре фруктово-ягідне | 10,0 | 129,4 | 12,9 |
| 4. | Пектин | 92,0 | 6,9 | 6,4 |
| 5. | Кислота бурштинова | 94,7 | 9,4 | 8,9 |
| 6. | Лактат натрію | 40,0 | 10 | 4,0 |
| 7. | Водний екстракт ФК | 100,0 | 4,2 | 4,2 |
| 8. | Разом | - | 1251,2 | 795,2 |
| 9. | Вихід | | 1000 | 780 |

Таблиця 4.26

Модифікована рецептура мармеладу з водно-спиртовим екстрактом ФК «Антистрес»

| № п/п | Сировина | Масова частка сухих речовин, % | Витрати сировини на 1 кг готової продукції, г | |
|-------|-----------------------------|--------------------------------|---|-------------------|
| | | | в натурі | в сухих речовинах |
| 1. | Цукор білий | 99,85 | 706,3 | 705,2 |
| 2. | Пюре яблучне | 10,0 | 353,0 | 35,3 |
| 3. | Пюре фруктово-ягідне | 10,0 | 118,1 | 11,8 |
| 4. | Пектин | 92,0 | 6,8 | 6,3 |
| 5. | Кислота бурштинова | 94,7 | 9,25 | 8,8 |
| 6. | Лактат натрію | 40,0 | 9,85 | 3,9 |
| 7. | Водно-спиртовий екстракт ФК | 100,0 | 28,7 | 28,7 |
| 8. | Разом | - | 1232,0 | 800,0 |
| 9. | Вихід | | 1000 | 780,0 |

В рецептурах мармеладу (табл. 4.25 та 4.26) показано не рецептурну кількість екстрактів, а кількість екстрагованих сухих речовин, що вносяться з водним (4,2 г) і водно-спиртовим (28,7 г) екстрактами на 1000 г готового виробу. При цьому необхідну для отримання цукрово-пектинового розчину

кількість води розраховували з урахуванням вмісту води в екстрактах і додаткового внесення води.



Рис. 4.12. Принципова технологічна схема виробництва желейно-фруктового формового мармеладу з екстрактами ФК адаптогенної дії «Антистрес».

Для приготування мармеладу з використанням екстрактів ФК «Антистрес» пектин розчиняли не у воді, а в екстрактах при відповідному

розрахунку необхідної кількості води для додаткового внесення. Згідно зі Збірником технологічних інструкцій з виробництва карамелі, цукерок, ірису, шоколаду, порошку какао, мармеладно-пастильних виробів, драже і халви для виготовлення мармеладу на пектині останній попередньо замочують у воді, яку беруть в 20-кратній кількості до маси пектину.

Для приготування мармеладу спочатку готують водні або водно-спиртові екстракти фітокомпозиції «Антистрес» за технологією, описаною у Розділі 3.

Пектин просіюють і заливають водним або водно-спиртовим екстрактом ФК «Антистрес». Співвідношення пектин:екстракт 1:20. Отриманий розчин перемішують та додають попередньо просіяний цукор (2 частини від маси пектину). Суміш нагрівають до повного розчинення компонентів. До отриманого сиропу вносять інші компоненти рецептури: яблучне та фруктовো-ягідне пюре, цукор, бурштинову кислоту та лактат натрію. Отриману суміш уварюють протягом від 5...7 до 15...20 хв, залежно від маси суміші, до вмісту сухих речовин 70...75%. Протягом варіння суміш ретельно переміщується та відливається у форми. Процес формування мармеладу відбувається при температурі 75...85°C. рН сформованої желевної маси повинна коливатися в межах 2,8...3,2.

Сформовані мармеладні вироби залишають для застигання (осадження). Процес драглеутворення проходить протягом 20...30 хв. При температурі 15...20°C. Отриманий мармелад висушують при температурі 38...50°C протягом 6...12 год, до вмісту вологи 20...24% та охолоджують до температури 15...25°C. Охолоджений мармелад упаковують, зберігають та реалізують.

4.3.3. Показники якості та безпеки, хімічний склад формового мармеладу з екстрактами ФК «Антистрес»

Органолептичні властивості та фізико-хімічні показники якості та показники безпеки мармеладу з водним і водно-спиртовим екстрактами ФК «Антистрес» наведено у табл. 4.27-4.30 відповідно.

Таблиця 4.27

Органолептичні властивості мармеладу з екстрактами ФК «Антистрес»

| Показники | Характеристика мармеладу | |
|---------------|---|-------------------------------|
| | на водному екстракті | на водно-спиртовому екстракті |
| Смак | Кисло-солодкий, характерний для плодово-ягідного мармеладу з легкою гірчинкою | |
| Запах | Властивий для яблучно-смородинового | |
| Колір | Темно-червоний, непрозорий | |
| Консистенція | Желеподібна, пружна, однорідна | |
| Форма | Правильна, з чіткими гранями, без деформацій, відповідає рисунку ячейки форми | |
| Стан поверхні | Гладка, з характерним блиском | |

Таблиця 4.28

Фізико-хімічні показники якості мармеладу з екстрактами ФК «Антистрес»

| Показники | Нормативне значення показника (згідно з ДСТУ 4333:2004) | Значення для мармеладу | |
|---|---|------------------------|-------------------------------|
| | | на водному екстракті | на водно-спиртовому екстракті |
| Масова частка вологи, % | 15,0-23,0 | 22,0±1,7 | 20,0±1,9 |
| Масова частка редукуючих речовин, % | 20 | 15,3±1,2 | 16,1±1,3 |
| Загальна кислотність, град. | 7,5-22,5 | 7,9±0,5 | 8,2±0,4 |
| Масова частка золи, нерозчинної у розчині з масовою часткою соляної кислоти 10 %, % | 0,05 | 0,030±0,001 | 0,040±0,001 |

З табл. 4.28 виходить, що на водно-спиртовому екстракті мармелад має дещо нижче значення масової частки вологи, ніж на водному, і, відповідно, більшу загальну кислотність і масову частку редукуючих речовин.

Таблиця 4.29

Мікробіологічні показники безпеки формового мармеладу з екстрактами ФК «Антистрес»

| Показник | Нормативне значення показника (згідно з ДСТУ 4333:2004) | Значення для мармеладу | |
|--|---|------------------------|-------------------------------|
| | | на водному екстракті | на водно-спиртовому екстракті |
| Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1г не більше ніж | 1*10 ³ | 1*10 ² | 1*10 ² |
| Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,1 г | Не допускається | Не виявлено | Не виявлено |
| Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду Сальмонела, в 25 г | Не допускається | Не виявлено | Не виявлено |
| Дріжджі КУО в 1 г, не більше | Не допускається | Не виявлено | Не виявлено |
| Плісневі гриби, КУО в 1 г, не більше | 50 | 10 | <10 |

Таблиця 4.30

Вміст токсичних елементів у формовому мармеладі з екстрактами ФК «Антистрес»

| Показник | Нормативне значення показника (згідно з ДСТУ 4333:2004) | Мармелад з ФК «Антистрес» |
|----------|---|---------------------------|
| Свинець | 1,0 | 0,5±0,1 |
| Кадмій | 0,1 | 0,07±0,01 |
| Миш'як | 0,5 | 0,1±0,05 |
| Ртуть | 0,01 | 0,005±0,001 |
| Мідь | 15,0 | 8±0,3 |
| Цинк | 30,0 | 10±0,2 |

Таблиця 4.31

Макронутрієнтний склад формового мармеладу з екстрактами ФК
«Антистрес»

| Речовина | Вміст в мармеладі, г/100г | | |
|-------------------------|---|---------------------|------------------------------|
| | контрольний зразок («Золота осінь»), г/100г | з водним екстрактом | з водно-спиртовим екстрактом |
| Вода | 22±5 | 22±4 | 20±2 |
| Білки | 0,1±0,03 | 0,1±0,01 | 0,1±0,01 |
| Жири | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Вуглеводи | 73,2±10,6 | 72,4±5 | 74,4±6 |
| в т. ч. харчові волокна | 0,3±0,05 | 0,4±0,01 | 0,5±0,02 |

Таблиця 4.32

Мікронутрієнтний склад формового мармеладу з екстрактами ФК
«Антистрес»

| Речовина | Вміст в мармеладі, мг/100г | | |
|-------------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------------------|
| | контрольний зразок («Золота осінь») | з водним екстрактом | з водно-спиртовим екстрактом |
| Na | 58±5 | 65±7 | 66±5 |
| K | 35±7 | 38±4 | 39±5 |
| Ca | 15±0,9 | 19±1 | 18±1 |
| Mg | 2±0,2 | 4±0,5 | 3±0,5 |
| P | 4±0,9 | 5±0,4 | 6±0,5 |
| Каротини | 38±3,2 | 40±2 | 40±2 |
| Сума фенольних сполук | 22,5±3,2 | 48,5±8,0 | 48,6±7,3 |
| Поліфенольні речовини | 7,2±5,7 | 20,1±0,8 | 22,3±0,6 |
| Флавоноїди | 4,7±0,9 | 14,5±0,4 | 16,3±0,5 |
| Гідроксикоричні кислоти | 2,3±0,7 | 7,9±0,2 | 8,0±0,3 |
| Бурштинова кислота | - | 87±6,2 | 87±6,2 |

З табл. 3.29-4.32 можемо зробити висновок, що в дослідних зразках мармеладу з екстрактами ФК «Антистрес» мікробіологічні показники безпеки та токсикологічні показники якості не перевищують нормативні значення згідно з ДСТУ 4333:2004, серед макронутрієнтів збільшилась частка харчових

волокон, а вміст мікронутрієнтів підвищився на 5-100% порівняно з контролем. За рахунок споживання 100 г мармеладу з екстрактами ФК «Антистрес» добова потреба в фенольних сполуках задовольняється на $40 \pm 0,5\%$, бурштиновій кислоті – на $17 \pm 0,4\%$.

4.3.4. Обґрунтування умов та термінів зберігання формового мармеладу з екстрактами ФК «Антистрес»

Досліджено зміну органолептичних властивостей, фізико-хімічних показників якості та мікробіологічних показників безпеки мармеладу з екстрактами ФК «Антистрес» впродовж 7 діб в пластикових контейнерах за температури 10...15 С та відносній вологості повітря 70...75% (табл. 4.33-4.36 відповідно).

Таблиця 4.33

Органолептичні властивості формового мармеладу з водним екстрактом ФК «Антистрес» впродовж зберігання

| Показники | Характеристика показника | | | |
|--------------|--|--------|---------|----------------------------|
| | 48 год | 96 год | 120 год | 1 тиждень |
| Смак | Кисло-солодкий, характерний для плодово-ягідного мармеладу з легким присмаком екстракту ФК | | | |
| Запах | Властивий яблучно-смородиновому пюре | | | |
| Колір | Темно-червоний, непрозорий | | | |
| Консистенція | Желеподібна, пружна, однорідна | | | |
| Форма | Правильна, з чіткими гранями, без деформацій, відповідає рисунку ячейки форми | | | |
| Поверхня | Гладка, з характерним блиском | | | Блиск частково втрачається |

Таблиця 4.34

Органолептичні властивості формового мармеладу з водно-спиртовим екстрактом ФК «Антистрес» впродовж зберігання

| Показники | Характеристика показника | | | |
|--------------|--|--------|---------|----------------------------|
| | 48 год | 96 год | 120 год | 1 тиждень |
| Смак | Кисло-солодкий, характерний для плодово-ягідного мармеладу з легким присмаком екстракту ФК | | | |
| Запах | Властивий яблучно-смородиновому пюре | | | |
| Колір | Темно-червоний, непрозорий | | | |
| Консистенція | Желеподібна, пружна, однорідна | | | |
| Форма | Правильна, з чіткими гранями, без деформацій, відповідає рисунку ячейки форми | | | |
| Поверхня | Гладка, з характерним блиском | | | Блиск частково втрачається |

Таблиця 4.35

Фізико-хімічні показники якості формового мармеладу з водним екстрактом
ФК «Антистрес» впродовж зберігання

| Показники | Значення показника | | | |
|---|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| | 48 год | 96 год | 120 год | 1 тиждень |
| Масова частка вологи, % | 22,0±1,7 | 20±1,2 | 19±1,1 | 16±0,9 |
| Масова частка редукуючих речовин, % | 15,9±0,5 | 16,3±0,5 | 16,8±0,5 | 17,9±0,5 |
| Загальна кислотність, градуси | 7,6±0,5 | 7,9±0,4 | 8,3±0,8 | 8,6±0,5 |
| Масова частка золи, нерозчинної у розчині з масовою часткою соляної кислоти 10 %, % | 0,03±0,01 | 0,04±0,01 | 0,04±0,01 | 0,05±0,01 |

Таблиця 4.36

Фізико-хімічні показники якості формового мармеладу з водно-спиртовим
екстрактом ФК «Антистрес» впродовж зберігання

| Показники | Значення показника | | | |
|---|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| | 48 год | 96 год | 120 год | 1 тиждень |
| Масова частка вологи, % | 20,0±0,9 | 19±1,7 | 18±1,1 | 16±1,3 |
| Масова частка редукуючих речовин, % | 16,0±0,3 | 16,3±0,4 | 16,5±0,5 | 17,0±0,7 |
| Загальна кислотність, градуси | 7,8±0,2 | 7,9±0,5 | 8,5±0,8 | 8,7±0,3 |
| Масова частка золи, нерозчинної у розчині з масовою часткою соляної кислоти 10 %, % | 0,03±0,01 | 0,03±0,01 | 0,04±0,01 | 0,06±0,01 |

Таблиця 4.37

Мікробіологічні показники безпеки формового мармеладу з ФК з водним екстрактом «Антистрес» впродовж зберігання

| Показник | Значення показника в зразку з водним екстрактом / з водно-спиртовим екстрактом | | | |
|--|---|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | 48 год | 96 год | 120 год | 1 тиждень |
| Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1г | $1 \cdot 10^2 / 1 \cdot 10^2$ | $1 \cdot 10^2 / 1 \cdot 10^2$ | $1,2 \cdot 10^2 / 1 \cdot 10^2$ | $1,2 \cdot 10^2 / 1 \cdot 10^2$ |
| Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,1 г | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено |
| Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду Сальмонела, в 25 г | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено |
| Дріжджі КУО в 1 г | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено | Не виявлено |
| Плісневі гриби, КУО в 1 г | 10/<10 | 10/<10 | 11/<10 | 12/10 |

З аналізу табл. 4.35-4.37 можна зробити висновок, що характер зміни фізико-хімічних показників якості мармеладу з різними екстрактами ФК впродовж 7 діб зберігання є однаковим. Значення показників якості та безпеки знаходяться в межах регламентованих нормативів впродовж досліджуваних термінів зберігання. Проте, за органолептичними властивостями через втрату блиску, гарантований термін зберігання становить не більше 120 год (5 діб).

Таким чином, термін та режими зберігання мармеладу з екстрактами ФК «Антистрес» становлять: 5 діб за температури 10...15 °С, відносній вологості повітря 70...75%.

Протокол дегустації желейно-фруктового формового мармеладу, збагаченого порошком, водним та водно-спиртовим екстрактами фітокомпозиції «Антистрес» та шкала 5-ти балової оцінки якості мармеладу наведені у додатку Д та Е відповідно

Проекти технологічних карт на мармелад желейно-фруктовий формовий з водним і водно-спиртовим екстрактом фітокомпозиції «Антистрес» наведено у додатку Ж.

Результати наукових досліджень апробовано в умовах виробництва закладів ресторанного господарства м. Луцька, зокрема рекреаційному

комплексі «Срібні лелеки» (2019 р.), ресторані-кондитерський «Круаж» (2020 р.), акти впроваджень наведено у додатку К.

4.4. Дослідження впливу желеино-фруктового формового мармеладу з порошком та екстрактами ФК «Антистрес» на психоемоційний стан та показники тренуваності пауерліфтерів

Для визначення ефективності розроблених рецептур желеино-фруктового формового мармеладу з порошком та екстрактами ФК «Антистрес» ми провели дослідження їх впливу на психоемоційний стан пауерліфтерів та показники їх спеціальної тренуваності.

Для проведення дослідження була використана (залучена) команда «Volyn Strength» у кількості 16 спортсменів.

Спостереження проводили протягом 14 днів у передзмагальному мезоциклі. У дослідженні брали участь 16 пауерліфтерів спортивної кваліфікації «КМС», «МС» та «МСМК». Вік спортсменів становив 19-25 років. 4 спортсмени склали контрольну групу (КГ), 12 – експериментальну (ЕГ).

Опитування та заміри проводились перед початком та в кінці мезоциклу. За тиждень та протягом проведення дослідження спортсмени споживали свій звичний для даного періоду раціон, враховуючи фармакологічне забезпечення. Протягом дослідного мезоциклу до раціону спортсменів додатково вносили желеино-фруктовий формований мармелад 3 рази на день по 50 г. Спортсмени контрольної групи (група 1) споживали мармелад без додавання адаптогенів, 4 спортсмени експериментальної групи вживали мармелад з бурштиною кислотою та порошком ФК (група 2), 4 спортсмени експериментальної групи вживали мармелад з бурштиною кислотою та водним екстрактом ФК (група 3), 4 спортсмени експериментальної групи вживали мармелад з бурштиною кислотою та спиртовим екстрактом ФК (група 4).

Психоемоційний стан спортсменів визначали за методикою діагностики САН (самопочуття, активність і настрої), розробленою В.А.Доскіним, Н.А.Лаврентьєвою, В.Б.Шараєм, М.П.Мирошніковим.

Показники тренуваності спортсменів визначали за такими тестами: віджимання на брусах (рази), жим лежачи (рази), підтягування (рази), присідання зі штангою на плечах (рази).

Важкоатлети виконували три спроби вправ. Для аналізу були включені середні значення результатів вправ у кожного спортсмена. Отримані дані статистично оброблялися за загальноприйнятими методами. Результати дослідження психоемоційного стану пауерліфтерів та показників їх тренуваності наведено у табл. 4.38–4.39

Таблиця 4.38

Результати дослідження психоемоційного стану пауерліфтерів

| Показник психоемоційного стану | № групи | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| | початок мезоциклу | кінець мезоциклу | початок мезоциклу | кінець мезоциклу | початок мезоциклу | кінець мезоциклу | початок мезоциклу | кінець мезоциклу |
| Самопочуття | 64±2 | 65±3 | 59±2 | 68±3 | 61±3 | 72±1 | 60±2 | 75±3 |
| Активність | 62±4 | 62±1 | 57±2 | 75±4 | 59±1 | 73±2 | 64±3 | 76±3 |
| Настрій | 59±2 | 61±1 | 63±1 | 72±3 | 54±1 | 61±2 | 61±1 | 70±1 |

За результатами досліджень психоемоційного стану пауерліфтерів (табл. 4.38) можна зробити висновок, що показники САН у спортсменів дослідної групи (група 1) не змінилися (активність) або не зазнали суттєвих змін (показник самопочуття підвищився на 1,6%, настрою – на 3,4%). У спортсменів дослідної групи зміна показників САН є більш суттєвою, зокрема показник самопочуття підвищився на 15-25%, активності – на 18,75-31,6%, настрою – на 13-14,8%. Результати наведених досліджень свідчать про ефективність споживання мармеладу, збагаченого бурштиновою кислотою та порошком або екстрактами ФК «Антистрес» для покращення психоемоційного стану.

Таблиця 4.39

Результати дослідження показників тренованості пауерліфтерів

| Показник тренованості | № групи | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| | початок мезоциклу | кінець мезоциклу | початок мезоциклу | кінець мезоциклу | початок мезоциклу | кінець мезоциклу | початок мезоциклу | кінець мезоциклу |
| Жим лежачи (штанга вагою 70 кг), рази | 15±1 | 16±2 | 15±1 | 18±1 | 15±1 | 19±1 | 14±1 | 19±2 |
| Підтягування, рази | 12±1 | 12±1 | 11±1 | 13±1 | 11±1 | 13±1 | 12±1 | 14±1 |
| Віджимання на брусах, рази | 25±3 | 27±2 | 25±3 | 32±2 | 24±1 | 31±2 | 26±3 | 32±2 |
| Присідання зі штангою 120кг, рази | 15±1 | 16±1 | 15±1 | 20±1 | 15±1 | 19±1 | 15±1 | 19±1 |

З аналізу даних, наведених у табл. 4.39, можна зробити висновок, що результати спортсменів контрольної групи (група 1) в кінці мезоциклу зазнали не суттєвих змін порівняно з початковими даними: показники жиму лежачи та присідання зі штангою збільшилися на 6,7%, кількість віджимань збільшилась на 8%, підтягувань – не змінилась. Результати спортсменів дослідної групи (група 2,3,4) зазнали більш суттєвого покращення порівняно зі спортсменами контрольної групи. У спортсменів дослідної групи всі показники тренованості зросли на 16,7-33,3%. Суттєвої розбіжності між показниками в різних групах не спостерігалось. Жим лежачи збільшився у 2 групі на 20%, у 3 – на 26,7%, у 4 – на 18,75%; кількість підтягувань збільшилась у 2 і 3 групах на 18,2%, у 4 – на 16,7%; кількість віджимань на брусах підвищилась у 2 групі на 28%, у 3 – на 29,2%, у 4 – на 23,1%; кількість присідань зі штангою вагою 120 кг у 2 групі збільшилась на 33,3%, у 3 – на 26,7%, у 4 – на 26,7%.

За результатами наведених досліджень можна зробити висновок, що споживання мармеладу, збагаченого бурштиновою кислотою та порошком або екстрактами ФК «Антистрес» позитивно впливає на тренованість пауерліфтерів. Це дозволяє вносити розроблений мармелад до раціону спортсменів, зокрема пауерліфтерів.

Висновки до Розділу 4

1. За результатами анкетування спортсменів-важкоатлетів як найкращу для збагачення обрано базову композицію желеино-фруктового формового мармеладу на яблучному пектині «Золотая осень».

2. За результатами визначення активної і титрованої кислотностей обґрунтовано заміну лимонної кислоти в базовій рецептурі мармеладу на природний адаптоген – бурштинову кислоту.

3. Досліджено вплив обраних дозувань бурштинової кислоти на органолептичні, структурно-механічні властивості, параметри драглеутворення та показники якості мармеладу. Встановлено, що внесення 0,9-1,0% бурштинової кислоти не чинить негативного впливу на органолептичні властивості продукту, зменшує час драглеутворення, зміцнює структуру драглів, а значення фізико-хімічних показників якості наближені до контрольного зразка.

4. Методом найменших квадратів оптимізовано вміст бурштинової кислоти в рецептурі мармеладу (0,94% до маси рецептурної суміші), де як критерій оптимізації використано міцність драглів.

5. Удосконалено рецептуру формового мармеладу з бурштиновою кислотою. Визначено ступінь задоволення добової потреби людини в бурштиновій кислоті за рахунок споживання 100г мармеладу: для людей з низьким рівнем фізичного та нервово-емоційного навантаження – 104,3%, з високим – 46,95%, що дає можливість позиціонувати даний продукт як функціональний.

6. Визначено вплив ФК на параметри драглеутворення і якість мармеладу, показано, що дозування ФК у кількості 1 та 1,2% до маси рецептурної суміші позитивно впливає на органолептичні показники якості, технологічні характеристики мармеладної маси (знижується час драглеутворення), підвищується міцність драглів та знижується рецептурна кількість пектину.

7. Оптимізовано рецептурний склад формового мармеладу за співвідношенням пектину та ФК, як критерій оптимізації обрано міцність драглів.

8. Визначено відповідні співвідношення пектину та екстрактів (1 : 20), що дозволило обґрунтувати рецептурний склад формового мармеладу з бурштиною кислотою та екстрактами ФК «Антистрес».

9. Розроблено рецептури та технології формового мармеладу з ФК «Антистрес» та екстрактами на її основі, досліджено показники їх якості та безпеки, хімічний склад. Показано, що дослідні зразки порівняно з контролем мають підвищену кількість міnorних сполук.

10. На підставі дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників якості, а також показників мікробіологічної безпеки обґрунтовано режими та термін зберігання формового мармеладу з ФК «Антистрес» та екстрактами на її основі: в пластикових лотках при температурі 10...15°C при відносній вологості повітря 70...75% упродовж 5 діб.

11. Встановлено відсоток забезпечення добової потреби в мікронутрієнтах за рахунок споживання 100 г мармеладу з ФК «Антистрес» та екстрактами на її основі.

12. Проведено дослідження впливу желейно-фруктового формового мармеладу з порошком та екстрактами ФК адаптогенної дії «Антистрес» на психоемоційний стан та показники тренованості пауерліфтерів. Встановлено, що у дослідній групі показник самопочуття підвищився на 15-25%, активності – на 18,75-31,6%, настрою – на 13-14,8%, а показники тренованості зросли на 16,7-33,3%.

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ОЦІНКИ ХАРЧОВОГО СТАТУСУ СПОРТСМЕНІВ

В останні десятиліття спостерігається широке застосування інформаційних технологій у різних сферах життя. Спортивна практика не є винятком. Розроблення та використання сучасних комп'ютерних технологій в процесі підготовки спортсменів дає можливість значною мірою оптимізувати тренувальний процес та підвищити його результативність.

Комп'ютерні технології використовуються у різних сферах спортивної діяльності, зокрема для оцінки та моніторингу стану здоров'я спортсменів, вивчення реакцій організму на фізичні навантаження, планування, контролю та управління тренувальним процесом тощо. Серед засобів інформаційних технологій важливе місце посідають програми розрахунку харчового статусу спортсмена.

Нині розробляються та впроваджуються комп'ютерні технології для оцінювання збалансованості харчування, орієнтовані на різні категорії та види спорту: від програм для самостійного розрахунку калорійності раціону спортсменів-любителів (калькулятор калорій) до складних автоматизованих комплексів, для роботи з якими необхідна спеціальна підготовка [254].

В Україні передовим у галузі розроблення програмних продуктів з оцінки збалансованості харчування спортсменів є Національний університет фізичного виховання та спорту, м. Київ, де розроблено комп'ютерні програми «Атлет» [255] та «Олімп» [256], комп'ютерну інформаційну технологію «Аналіз харчування спортсменів» [254, 257] та інформаційну технологію «Тест раціонального харчування» [258].

Комп'ютерну програму «Атлет», розроблену В. В. Усиченком, рекомендується використовувати під час підготовки бодібілдерів [255]. Розроблена програма, крім інформації про морфофункціональні характеристики спортсменів, програми занять та списку заборонених препаратів, містить модуль

«Харчування спортсменів», куди внесена інформація про різні тренувальні дієти.

«Аналіз харчування спортсменів» дає змогу розраховувати енергетичну цінність та хімічний склад харчових раціонів за 75 показниками на трьох рівнях оцінки збалансованості харчування. На першому рівні проводиться розрахунок нутрієнтів в харчовому раціоні. На другому – розраховується вміст тваринних та рослинних білків, жирів та простих вуглеводів, та їх збалансованість. На третьому рівні визначається вміст окремих мікронутрієнтів (амінокислот, мінеральних речовин) та їхнє співвідношення. В базу даних програмного забезпечення внесені, крім традиційних харчових продуктів, біологічно активні харчові добавки, функціональні харчові продукти та продукти підвищеної біологічної цінності [254, 257].

Інформаційна технологія «Тест раціонального харчування», розроблена М. Й. Ящуром [258], дозволяє визначати енергетичну цінність раціону, вміст окремих нутрієнтів та їх співвідношення, у тому числі співвідношення окремих груп жирних кислот, мінеральних речовин (Ca:P, K:Na, Ca:P:Mg, Fe:Cu:Zn), та оцінити режим харчування за кількістю споживання їжі в часі.

Значним недоліком розроблених програмних продуктів є те, що при розрахунку кількості нутрієнтів не враховано їх втрати під час кулінарного оброблення, тому розрахунок не дає точного уявлення про рівень забезпечення організму нутрієнтами.

В описаних програмах розраховані кількості нутрієнтів порівнюються з нормативними значеннями. Однак, різні види спорту характеризуються різними витратами енергії. В одному і тому ж виді спорту витрати енергії значно коливаються на різних етапах підготовки. Такі розбіжності в енерговитратах можуть сягати до 4000 ккал, так як витрати енергії спортсменів знаходяться в межах від 3000 ккал до 7000 ккал. Зі збільшенням енерговитрат організм спортсмена потребує більшу кількість не тільки макронутрієнтів, які забезпечують організм енергією, але й мікронутрієнтів. Під час розроблення програмних продуктів даний факт необхідно враховувати, і вносити нормативні дані

по кількості основних харчових речовин для різної калорійності раціону. Це також є суттєвим недоліком описаних вище комп'ютерних програм.

Нами розроблено програмний продукт, який дає можливість провести оцінку харчового статусу спортсменів та враховує недоліки програм, описаних вище.

В процесі проектування програмного забезпечення (ПЗ) було висунуто ряд вимог до якості розробленого продукту. Якість ПЗ — це сукупність його рис і характеристик, що впливають на здатність задовольняти задані потреби користувачів [259]. Серед основних показників якості згідно стандарту ISO 9126 [260] виділяють такі:

1. Функціональність (functionality). Здатність програмного забезпечення в певних умовах розв'язувати задачі, потрібні користувачам. Визначає, що саме робить програмне забезпечення, які задачі воно розв'язує.

2. Надійність (reliability). Здатність програмного забезпечення підтримувати визначену працездатність у заданих умовах.

3. Зручність використання (usability) або практичність. Здатність програмного забезпечення бути зручним у навчанні та використанні, а також привабливим для користувачів.

4. Продуктивність (efficiency) або ефективність. Здатність програмного забезпечення при заданих умовах забезпечувати необхідну працездатність стосовно виділеного для цього ресурса. Можна визначити її і як відношення одержуваних за допомогою програмного забезпечення результатів до затрачуваних на це ресурсів усіх типів.

5. Зручність супроводу (maintainability). Зручність проведення всіх видів діяльності, пов'язаних із супроводом програм.

6. Переносимість (portability). Здатність програмного забезпечення зберігати працездатність при перенесенні з одного оточення в інше, включаючи організаційні, апаратні та програмні аспекти оточення.

Функціональність і надійність є обов'язковими критеріями якості програмного забезпечення. Інші критерії використовуються залежно від потреб користувачів відповідно до вимог до програмного забезпечення.

Для забезпечення вищенаведених критеріїв якості програмного продукту необхідно здійснити вибір сучасних технологій проектування, розроблення та підтримування програмного забезпечення. Серед основних вимог до засобів розроблення можна виділити:

- підтримка об'єктно-орієнтованої парадигми програмування, що дозволяє найбільш природно представляти властивості програмних об'єктів та взаємодіяти із ними;
- система зберігання інформації повинна забезпечувати надійність зберігання даних, підтримувати їх в актуальному стані, надавати засоби для підтримки цілісності та несуперечливості даних;
- середовище розробки повинне забезпечувати широкі можливості для розробки візуальної частини програмного продукту з врахуванням останніх тенденцій проектування інтерфейсів людино-машинної взаємодії;
- результатом розробки повинен бути EXE-модуль, призначений для роботи з сімейством операційних систем Windows, що забезпечує його переносимість.

Даним вимогам повністю відповідають середовище програмування Microsoft Visual Studio [261] та мова програмування C# [262, 263]. Програмне забезпечення, розроблене з використанням даних засобів, буде сумісним з сучасними версіями операційної системи Windows, що гарантує працездатність продукту на переважній більшості персональних комп'ютерів. Середовище Visual Studio постійно розвивається та вдосконалюється, поповнюючись новими технологіями та засобами. Мова C# як нащадок і логічне продовження мови C++ повною мірою забезпечує усі переваги об'єктно-орієнтованого підходу, зокрема концептуальна близькість до предметної області довільної структури та призначення. Механізм наслідування атрибутів і методів дозволяє

будувати похідні поняття на основі базових і таким чином створювати модель як завгодно складної предметної області з заданими властивостями.

Систему зберігання даних доцільно будувати з використанням реляційного підходу побудови баз даних [264, 265]. До переваг реляційної моделі відносять:

- простоту і доступність для розуміння користувачем. Єдиною використовуваною інформаційною конструкцією є «таблиця»;
- суворі правила проектування, які базуються на математичному апараті;
- повну незалежність даних. Зміни в прикладній програмі при зміні реляційної бази даних (БД) мінімальні;
- для організації запитів і написання прикладного ПЗ немає необхідності знати конкретну організацію БД у зовнішній пам'яті.

Для забезпечення функцій зберігання, доступу та управління даними в розробленому програмному продукті використовується система керування даними Microsoft Access, яка повною мірою реалізовує реляційний підхід. Додатковою перевагою використання бази даних Access є логічна близькість до середовища Visual Studio, оскільки ці БД мають спільного розробника. Це дає можливість найбільш повно використовувати засоби, що пропонуються обома технологіями, та уникнути проблем з несумісністю компонентів програми.

Структура розробленого програмного продукту наведена на рис. 5.1.

Програмний продукт для оцінки харчового статусу спортсменів складається з таких частин:

1. Модуль головної форми (рис. 5.2) забезпечує основний інтерфейс користувача для роботи з програмою. Він дає можливість виконувати розрахунок вмісту мікро та макронутрієнтів для раціону, заданого користувачем. Також даний модуль дозволяє порівнювати фактичний раціон спортсмена з оптимальним, надавати рекомендації стосовно поліпшення та збалансування раціону. Головне вікно програми дозволяє переходити і взаємодіяти з іншими частинами програми та обчислювальними блоками.

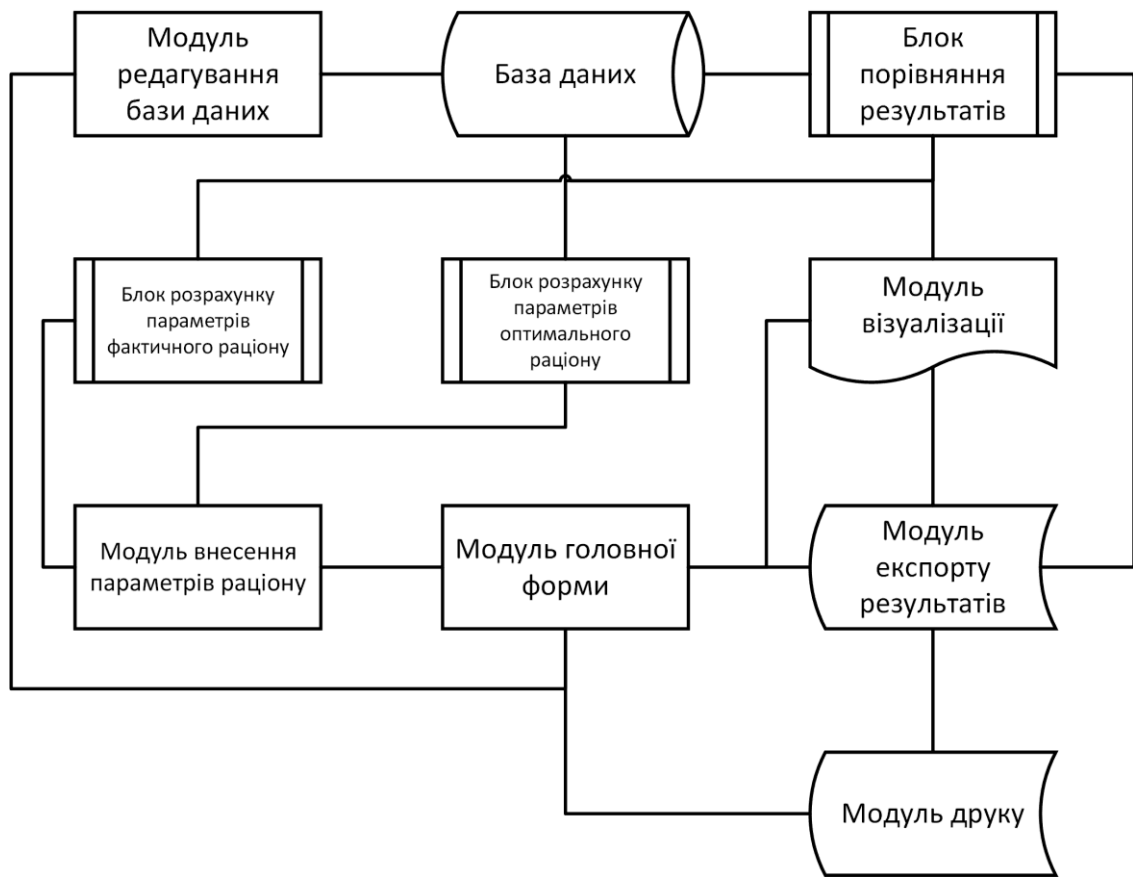


Рис. 5.1. Структурна схема програмного продукту

Результат

| Назва продукту | Вода (г) | Білки (г) | Жири (г) | Вуглеводи (г) | NGK (г) | Холестерин (мг) | Ціна | Na (мг) | K (г) |
|----------------|----------|-----------|----------|---------------|---------|-----------------|------|---------|-------|
| Петрушка | 85 | 3,7 | 0,4 | 7,6 | 0,1 | 0 | | 34 | 80 |

Порція на 100 (г)

| Назва продукту | Вода (г) | Білки (г) | Жири (г) | Вуглеводи (г) | NGK (г) | Холестерин (мг) | Ціна | Na (мг) | K (г) |
|----------------|----------|-----------|----------|---------------|---------|-----------------|------|---------|-------|
| Петрушка | 42,5 | 1,85 | 0,2 | 3,8 | 0,05 | 0 | | 17 | 12 |

Порція з вказаною кількістю (г)

| Назва продукту | Вода (г) | Білки (г) | Жири (г) | Вуглеводи (г) | NGK (г) | Холестерин (мг) | Ціна | Na (мг) | K (г) | Ca (мг) |
|----------------|----------|-----------|----------|---------------|---------|-----------------|------|---------|-------|---------|
| 265 | 9,1 | 6,45 | 513,3 | 3,8 | 20 | | | 147 | 447,5 | 780 |

Загальний обрахунок всіх продуктів

Продукти

| Продукти | Кількість (гр) |
|-----------------------|----------------|
| Ряжанка 2,5% жирності | 250 |
| Петрушка | 50 |
| Цукор | 500 |

Додати
Видалити
Видалити все

Обрахувати Добові норми

Рис. 5.2. Головне вікно програми

2. Модуль внесення параметрів раціону (рис. 5.3) призначений для задання користувачем параметрів раціону, який порівнюється з оптимальним.

Він дозволяє обрати категорію харчових продуктів, вказати конкретний продукт та його масу. Категорії та назви харчових продуктів програма одержує з бази даних. Після завершення вибору продуктів результати повертаються в головний модуль програми.

Рис. 5.3. Модуль внесення параметрів раціону

3. Модуль редагування бази даних (рис. 5.4) забезпечує інтерфейс користувача з базою даних. За допомогою даної підсистеми програми можна додавати нові продукти в базу даних або видаляти існуючі, а також змінювати їх мікро та мікроелементний склад, інші показники. Крім того, даний модуль дає змогу організувати продукти за категоріями.

| № | Назва продукту (порція - 100 г) | Вода (%) | Білки (%) | Жири (%) | Вуглеводи (%) | НЖК (%) | Холестерин (мг%) | Ціна | Na (мг%) | K (мг%) | Ca (мг%) | Mg (мг%) |
|----|-------------------------------------|----------|-----------|----------|---------------|---------|------------------|------|----------|---------|----------|----------|
| 1 | Молоко пастеризоване нежирне | 91,2 | 3 | 0,05 | 4,9 | 0 | 0 | | 52 | 152 | 126 | 15 |
| 2 | Молоко топлене нежирне | 91,2 | 3 | 0,05 | 5 | 0 | 0 | | 50 | 146 | 124 | 14 |
| 3 | Молоко білкове | 87,4 | 4,3 | 1 | 6,4 | 0,7 | 3 | | 52 | 157 | 136 | 16 |
| 4 | Кефір нежирний | 91,4 | 3 | 0,05 | 4 | 0 | 0 | | 52 | 152 | 126 | 15 |
| 5 | Кефір 1,0% жирності | 90,4 | 3 | 1 | 4 | 0,7 | 3 | | 50 | 146 | 120 | 14 |
| 6 | Напій плодово-ягідний | 82,6 | 2,7 | 1 | 12,2 | 0,7 | 3 | | 45 | 123 | 109 | 13 |
| 7 | Творог нежирний | 71,7 | 22 | 0,6 | 3,3 | 0,4 | 2 | | 44 | 117 | 120 | 24 |
| 8 | Сир домашній нежирний | 78 | 18 | 0,6 | 1,5 | 0,4 | 2 | | 41 | 112 | 166 | 23 |
| 9 | Молоко сухе, нежирне | 4 | 33,2 | 1 | 52,6 | 0,6 | 3 | | 442 | 1224 | 1155 | 160 |
| 10 | Молоко пастеризоване 1,5% жирності | 89,9 | 3 | 1,5 | 4,8 | 1 | 5 | | 50 | 146 | 120 | 14 |
| 11 | Молоко стерилізоване 1,5% жирності | 89,9 | 3 | 1,5 | 4,8 | 1 | 4 | | 50 | 146 | 120 | 14 |
| 12 | Йогурт 1,5% жирності | 86,5 | 4,1 | 1,5 | 5,9 | 0,9 | 5 | | 50 | 152 | 124 | 15 |
| 13 | Кефір 2,5% жирності | 89 | 2,9 | 2,5 | 4 | 1,5 | 8 | | 50 | 146 | 120 | 14 |
| 14 | Простокваша 2,5% жирності | 89 | 2,9 | 2,5 | 4,1 | 1,5 | 8 | | 51 | 144 | 118 | 16 |
| 15 | Ряжанка 2,5% жирності | 88,8 | 2,9 | 2,5 | 4,2 | 1,5 | 8 | | 50 | 146 | 124 | 14 |
| 16 | Суп молочний з макаронами | 86,5 | 2,2 | 1,9 | 7,9 | 1,3 | 5 | | 258 | 83 | 59 | 8 |
| 17 | Суп молочний з рисом | 87,7 | 1,8 | 1,9 | 7,3 | 1,3 | 5 | | 258 | 79 | 58 | 9 |
| 18 | Молоко пастеризоване 3,2% жирності | 88,4 | 2,9 | 3,2 | 4,7 | 2 | 9 | | 50 | 146 | 120 | 14 |
| 19 | Молоко стерилізоване 3,2% жирності | 88,3 | 3 | 3,2 | 4,7 | 2 | 9 | | 50 | 146 | 121 | 14 |
| 20 | Молоко топлене 4,0% жирності | 87,6 | 2,9 | 4 | 4,7 | 2,5 | 11 | | 50 | 146 | 124 | 14 |
| 21 | Вершки пастеризовані 8,0% жирності | 83,9 | 2,8 | 8 | 4,5 | 5 | 22 | | 41 | 127 | 91 | 10 |
| 22 | Вершки стерилізовані 10,0% жирності | 82,1 | 2,7 | 10 | 4,4 | 5,8 | 30 | | 40 | 124 | 91 | 10 |
| 23 | Йогурт 3,2% жирності | 86,3 | 5 | 3,2 | 3,5 | 2 | 9 | | 52 | 147 | 122 | 15 |
| 24 | Йогурт солодий 6,0% жирності | 78,5 | 5 | 6 | 8,5 | 3,8 | 17 | | 50 | 137 | 122 | 14 |
| 25 | Кефір 3,2% жирності | 88,3 | 2,9 | 3,2 | 4 | 2 | 9 | | 50 | 146 | 120 | 14 |
| 26 | Ряжанка 4,0% жирності | 87,4 | 2,8 | 4 | 4,2 | 2,5 | 11 | | 50 | 146 | 124 | 14 |
| 27 | Сметана 10,0% жирності | 82 | 2,7 | 10 | 3,9 | 5,8 | 30 | | 50 | 124 | 90 | 10 |
| 28 | Творог дитячий 4,0% жирності | 69,6 | 21 | 4 | 3 | 2,5 | 11 | | 41 | 112 | 164 | 23 |

Рис. 5.4. Модуль редагування бази даних

4. Розрахункові блоки параметрів фактичного та параметрів оптимального раціону призначенні для встановлення харчового статусу спортсмена за введеними початковими даними, а також для обчислення показників оптимального раціону, який матиме таку саму енергетичну цінність, як заданий, проте буде більш збалансованим за вмістом нутрієнтів, незамінних амінокислот тощо.

5. Обчислювальний блок порівняння результатів дає змогу порівняти параметри фактичного раціону спортсмена з оптимальним та добовими потребами, дати рекомендації стосовно його вдосконалення.

6. Модуль візуалізації (рис. 5.5) дозволяє в графічній формі представити результат оцінювання параметрів фактичного раціону та порівняння його з оптимальним та добовими потребами. Візуальне представлення та порівняння результату значно розширює презентаційні можливості програмного продукту та дає можливість подати результати його роботи в зручному та наочному вигляді.



Рис. 5.5. Модуль візуалізації

7. Модулі експорту результатів та друку (рис. 5.6) забезпечують інтерфейси виводу результатів роботи програми. Зокрема модуль друку дає змогу роздрукувати параметри раціонів, добові потреби, результати порівняння та інші оцінки харчового статусу, встановлені під час роботи програми. Модуль

експорту результатів дає можливість перевести вищеназвані дані у формати, придатні до опрацювання сторонніми пакетами прикладного програмного забезпечення, зокрема Microsoft Word та Microsoft Excel.

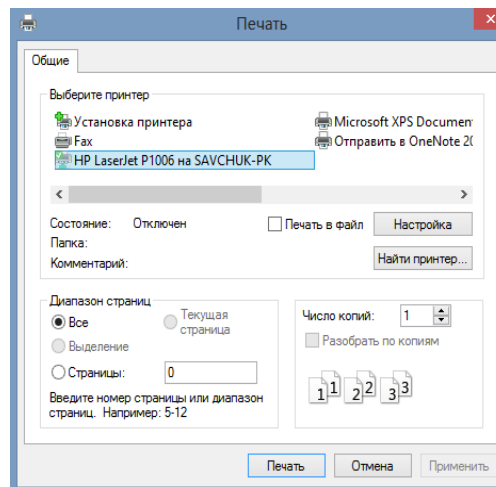


Рис. 5.6. Вікно друку

Як приклад за допомогою програми проаналізовано раціон харчування спортсменів збірних команд України на 4000 кКал, запропонований співробітниками лабораторії ергогенних чинників у спорті ДНДІФКС.

Таблиця 5.1

Раціон харчування спортсменів збірних команд України на 4000 кКал

| Прийом їжі | Назва страви | Продукти | Маса продукту | Енергетична цінність, ккал |
|------------|------------------------|----------------|---------------|----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Сніданок | Каша гречана з молоком | Гречка | 35 | 115,0 |
| | | Молоко | 200 | 105,0 |
| | | Цукор | 10 | 37,0 |
| | | Масло вршкове | 5 | 33,3 |
| | Бутерброд з ікрою | Ікра | 20 | 50,2 |
| | | Масло вершкове | 5 | 33,3 |
| | | Хліб | 50 | 113,0 |
| | Язик яловичий | | 30 | 48,9 |
| | Сир голландський | | 20 | 72,0 |
| | Овочі | Огірки | 30 | 3,9 |
| | | Помідори | 30 | 6,0 |
| | Салат зелений | | 30 | 3,9 |
| | Мед | | 20 | 62,0 |
| | Чай з лимоном | Чай | 2 | 2,2 |
| | | Цукор | 20 | 76,0 |
| Лимон | | 5 | 1,6 | |
| Хліб | Хліб висівковий | 50 | 107,0 | |

Продовження табл. 5.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------|--|--------------------------|-------|-------|
| Другий сніда- нок | Фрукти | Банани | 200 | 182,0 |
| Обід | Суп-пюре овочевий | Картопля | 50 | 41,0 |
| | | Цвітна капуста | 40 | 12,0 |
| | | Брюсельська ка- пуста | 40 | 17,2 |
| | | Горошок зеле- ний | 40 | 8,4 |
| | | Броколі | 40 | 17,2 |
| | | Морква | 20 | 6,6 |
| | | Цибуля ріпчаста | 20 | 8,2 |
| | | Зелень | 10 | 4,0 |
| | | Вершки 20% | 15 | 30,9 |
| | Кролик у сметан- ному соусі | Кролик | 150 | 298,5 |
| | | Цибуля ріпчаста | 20 | 8,2 |
| | | Сметана 10% | 40 | 48,0 |
| | Картопляне пюре | Картопля | 200 | 164,0 |
| | | Молоко | 30 | 14,2 |
| | | Масло вершкове | 5 | 33,3 |
| | Салат із буряка з чорносливом і горі- хами | Буряк | 120 | 49,2 |
| | | Чорнослив | 25 | 59,8 |
| | | Волоські горіхи | 10 | 62,1 |
| | | Олія рослинна | 10 | 90,0 |
| | Фрукти | Апельсини | 200 | 76,0 |
| Сік | Яблучний | 250 | 117,5 | |
| Хліб | Хліб висівковий | 50 | 107,0 | |
| Мінеральна вода | | | 500 | 0,0 |
| Підвечірок | Фруктовий салат | Апельсини | 40 | 15,2 |
| | | Банани | 40 | 36,4 |
| | | Яблука | 40 | 18,4 |
| | | Ківі | 40 | 15,2 |
| | | Кедрові горіхи | 10 | 65,4 |
| | | Йогурт | 50 | 41,4 |
| | Сік | Персиковий | 250 | 172,5 |
| Вечеря | Судак запечений з овочами | Судак | 125 | 105,0 |
| | | Баклажани | 50 | 12,0 |
| | | Кабачки | 50 | 12,0 |
| | | Перець солодкий | 50 | 12,6 |
| | | Броколі | 50 | 13,5 |
| | Рис відварний | Рис | 100 | 338,0 |
| | | Масло вершкове | 5 | 33,3 |
| | Салат з морської капусти | Морська капуста | 70 | 5,6 |
| | | Морква по-ко- рейськи | 30 | 10,0 |
| Олія рослинна | | 10 | 90,0 | |

Продовження табл. 5.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------|--|-----------------|-----|-------|
| Вечеря | Яблука запечені з сиром і сухофруктами | Яблука | 200 | 92,0 |
| | | Сир 5% | 50 | 50,5 |
| | | Курага | 20 | 46,8 |
| | | Родзинки | 20 | 52,4 |
| | | Цукор | 20 | 76,0 |
| Вечеря | Чай з лимоном | Чай | 2 | 2,2 |
| | | Цукор | 20 | 76,0 |
| | | Лимон | 5 | 1,6 |
| | Хліб | Хліб висівковий | 50 | 107,0 |
| Пізня вечеря | Кефір 2,5% | | 250 | 125,5 |
| | Сухофрукти | Інжир | 25 | 59,2 |
| Всього | | | | 4011 |
| Норма | | | | 4000 |

Після внесення в програму початкових даних раціону, таких як вид харчового продукту, його обсяг та спосіб кулінарної обробки, виконується розрахунок збалансованості харчового раціону. Розрахунок проводиться методом інтегрального скору:

$$FV = \frac{M_i}{M_c} \cdot 100\% ,$$

де M_i — вміст харчової речовини в продукті;

M_c — рекомендована добова потреба в цій речовині.

Добова енергетична цінність розраховується за формулою

$$Eu_{доб} = \sum_{i=1}^n m_i Eu_{инр} ,$$

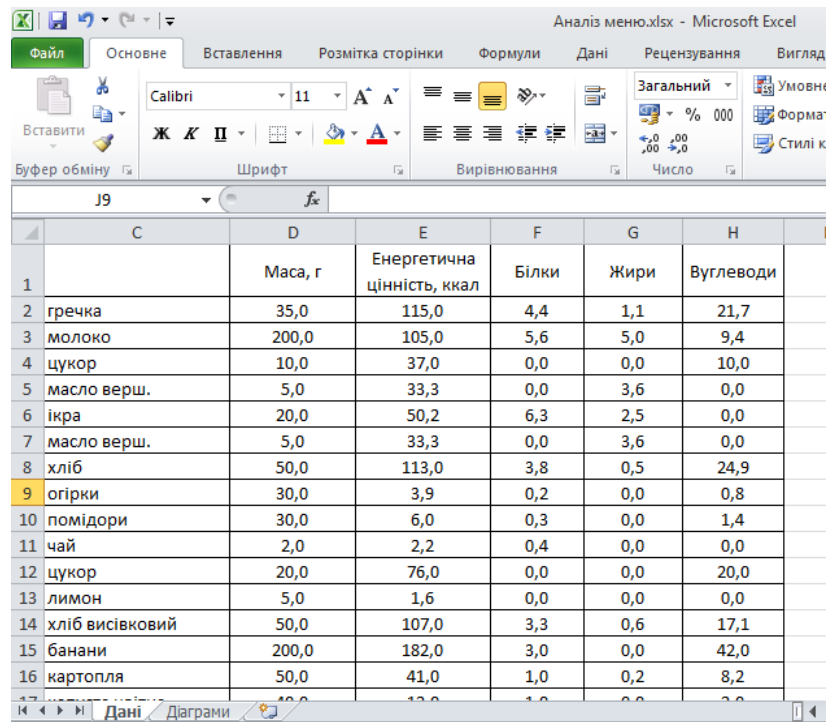
де m_i — маса окремого продукту, що споживається протягом доби;

$Eu_{инр}$ — енергетична цінність продукту. Вона обчислюється як

$$Eu_{инр} = 4P + 9L + 4C ,$$

де 4, 9, 4 — калоричні коефіцієнти білків, жирів, вуглеводів;

P, L, C — маси білків, жирів, вуглеводів відповідно.



| | C | D | E | F | G | H |
|----|-----------------|---------|----------------------------|-------|------|-----------|
| 1 | | Маса, г | Енергетична цінність, ккал | Білки | Жири | Вуглеводи |
| 2 | гречка | 35,0 | 115,0 | 4,4 | 1,1 | 21,7 |
| 3 | молоко | 200,0 | 105,0 | 5,6 | 5,0 | 9,4 |
| 4 | цукор | 10,0 | 37,0 | 0,0 | 0,0 | 10,0 |
| 5 | масло верш. | 5,0 | 33,3 | 0,0 | 3,6 | 0,0 |
| 6 | ікра | 20,0 | 50,2 | 6,3 | 2,5 | 0,0 |
| 7 | масло верш. | 5,0 | 33,3 | 0,0 | 3,6 | 0,0 |
| 8 | хліб | 50,0 | 113,0 | 3,8 | 0,5 | 24,9 |
| 9 | огірки | 30,0 | 3,9 | 0,2 | 0,0 | 0,8 |
| 10 | помідори | 30,0 | 6,0 | 0,3 | 0,0 | 1,4 |
| 11 | чай | 2,0 | 2,2 | 0,4 | 0,0 | 0,0 |
| 12 | цукор | 20,0 | 76,0 | 0,0 | 0,0 | 20,0 |
| 13 | лимон | 5,0 | 1,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 14 | хліб висівковий | 50,0 | 107,0 | 3,3 | 0,6 | 17,1 |
| 15 | банани | 200,0 | 182,0 | 3,0 | 0,0 | 42,0 |
| 16 | картопля | 50,0 | 41,0 | 1,0 | 0,2 | 8,2 |

Рис. 5.7. Експортовані в Microsoft Excel дані та результати обчислень (фрагмент)

Для подальшого аналізу програма дозволяє експортувати результат у вигляді електронної таблиці Excel. При цьому результуючий файл містить всі введені дані по раціону, результати розрахунку та діаграми для візуального аналізу (рис. 5.7).

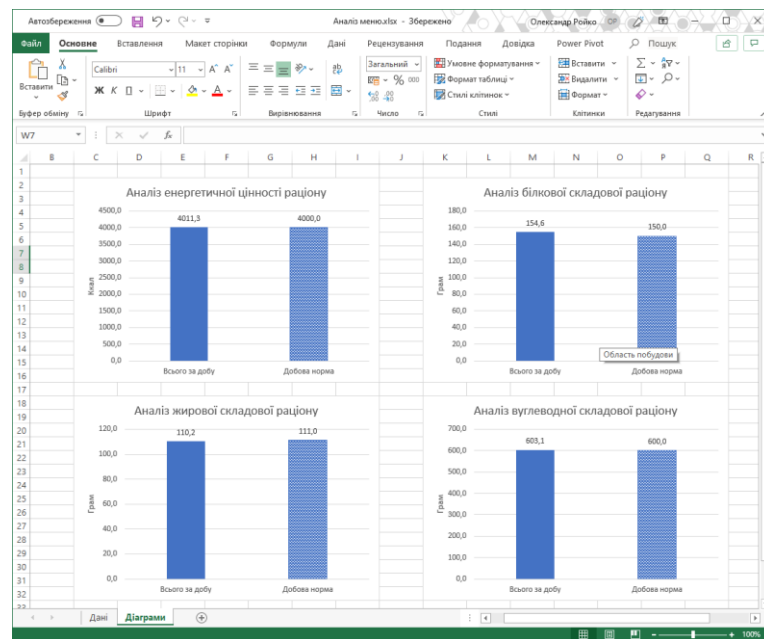


Рис. 5.8. Приклад експортованих діаграм

З рис. 5.8 можна зробити висновок, що запропонований раціон відповідає добовим нормам за макронутрієнтними показниками та енергетичною цінністю. Розрахунок ступеня забезпечення раціону у мікронутрієнтах проводиться аналогічно.

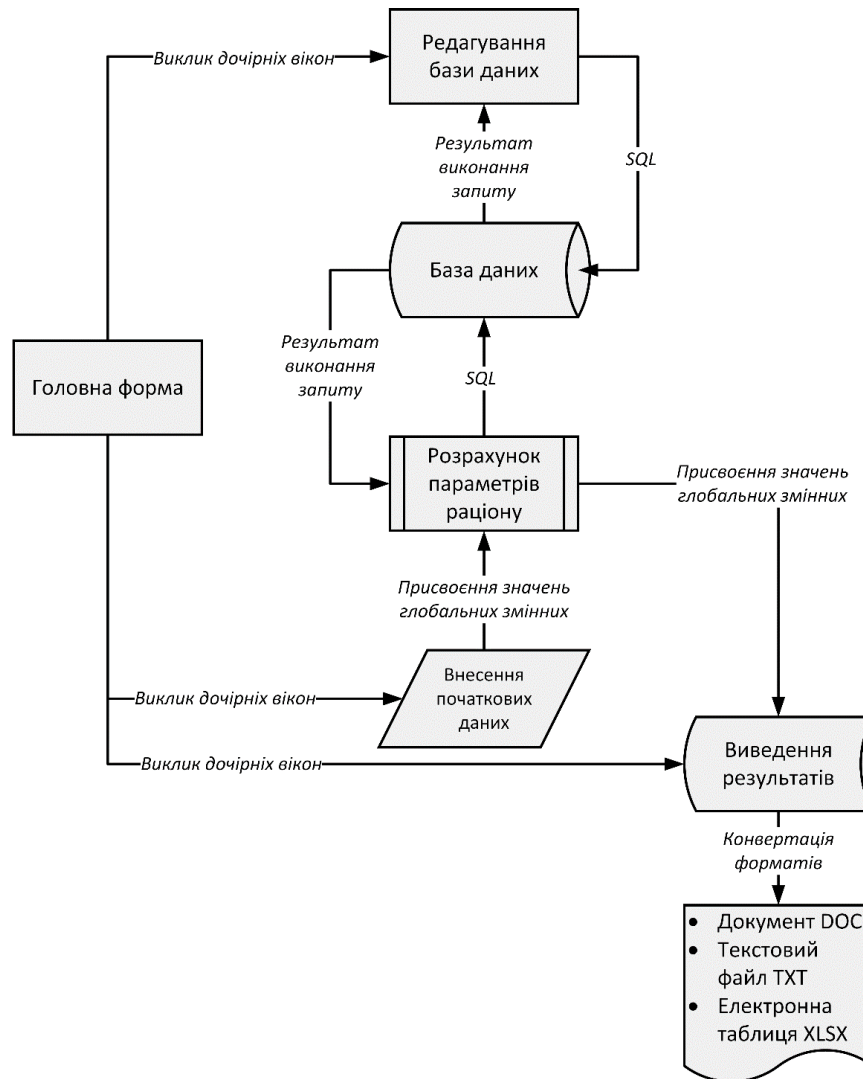


Рис. 5.9. Функціональна схема програмного продукту

Перераховані вище обчислювальні блоки та модулі є результатом реалізації об'єктно-орієнтованої парадигми програмування та забезпечення її взаємодії з реляційною базою даних. Дана взаємодія реалізована засобами драйвера СКБД та структурованої мови запитів SQL [265]. В програмі використовуються ряд вбудованих класів та методів середовища Visual Studio та мови C#, а також власні класи та методи, які взаємодіють між собою та дають можливість забезпечити основні механізми об'єктно-орієнтованої методології

програмування: спадкування властивостей об'єктів, їх поліморфізм та інкапсуляцію. Функціональна схема програмного продукту наведена на рис. 5.9.

База даних програмного продукту включає:

- перелік категорій харчових продуктів;
- перелік сировини та готової продукції для кожної категорії;
- розгорнутий хімічний склад сировини та готової продукції;
- втрати основних нутрієнтів під час кулінарного оброблення.

База даних реалізована із використанням сучасного реляційного підходу моделювання предметної області. Її схема наведена на рис. 5.10.

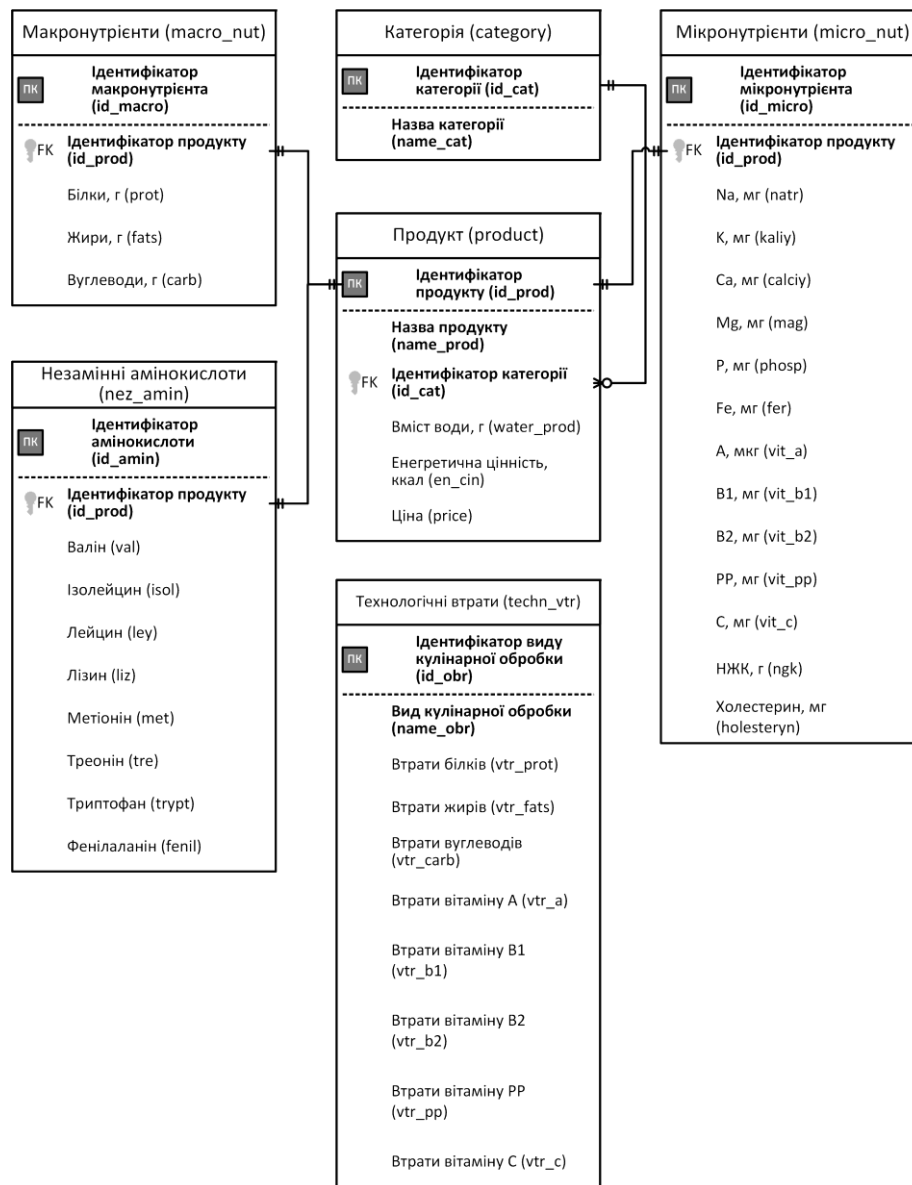


Рис. 5.10. Схема бази даних програми

Висновки до Розділу 5

1. Здійснено розробку архітектури ПЗ на основі об'єктно орієнтованого підходу та реляційної моделі зберігання даних.
2. Розроблено ПЗ для розрахунку вмісту мікро та макронутрієнтів раціону, заданого користувачем та порівняння його з добовими потребами.
3. Спроектовано схему реляційної бази даних, яка містить значення вмісту мікро та макронутрієнтів у харчових продуктах та продуктах спеціального призначення для харчування спортсменів.
4. Реалізовано модуль візуалізації для графічного представлення результатів оцінювання параметрів фактичного раціону та порівняння його з оптимальним та добовими потребами.
5. За допомогою розробленого програмного забезпечення виконано аналіз денного меню на 4000 ккал для спортсменів, запропонованого співробітниками лабораторії ергогенних чинників у спорті ДНДІФКС.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано сучасні технології продуктів спортивного харчування та асортимент дієтичних добавок для їх створення, фізіологічну дію адаптогенів природного походження як функціональної складової продуктів спеціального призначення. На підставі анкетування спортсменів-важкоатлетів визначено кондитерські вироби желеино-мармеладної групи як базовий харчовий продукт для збагачення природними адаптогенами з метою створення продуктів спортивного харчування.

2. Здійснено вибір рослинної сировини, яка є концентратом біологічно активних сполук адаптогенної дії: листки гінкго білоба, аралії маньчжурської, елеутерококу колючого, ехінацеї пурпурової. Визначено раціональні параметри сушіння (температура 40 °С, швидкість руху повітря – $1,9 \pm 0,1$ м/с, товщина шару матеріалу – 10 мм, тривалість 86 ± 5 хв). Досліджено хімічний склад обраної сушеної рослинної сировини і встановлено, що її загальна антиоксидантна активність становить: гінкго білоба – 216 мг/кг, аралії маньчжурської – 187 мг/кг, елеутерококу колючого – 189 мг/кг, ехінацеї пурпурової – 178 мг/кг.

3. Оптимізовано рецептурний склад ФК адаптогенної дії за критеріями загальної антиоксидантної активності та вмістом поліфенольних сполук в сировині. Оптимальним співвідношенням рослинної сировини (листки сухі) є гінкго : аралія : елеутерокок : ехінацея = 2:1:1:1.

Розроблено технологічну схему, встановлено параметри виробництва та раціональні режими зберігання (12 місяців за температури 18 ± 3 °С, відносній вологості повітря 65...70 %), досліджено показники якості та безпеки, визначено хімічний склад.

4. Визначено оптимальні параметри процесу екстрагування діючих речовин з ФК адаптогенної дії «Антистрес»: середній розмір частинок 1 мм, тривалість процесу 85 хв, співвідношення рослинна сировина:екстрагент – 1:75, кратність екстракції 50%-им етиловим спиртом – 4 рази; тривалість екстрагування за рівних інших умов – 81 хв.

5. Розроблено технологічну схему виробництва екстрактів на основі ФК адаптогенної дії «Антистрес», визначено показники якості та безпеки, хімічний склад отриманих екстрактів, терміни та умови зберігання.

6. Обґрунтовано та проведено оптимізацію заміни в базовій рецептурі мармеладу «Золота осінь» лимонної кислоти на бурштинову, яка є природним адаптогеном, з коефіцієнтом перерахунку 1,74.

7. Досліджено вплив ФК адаптогенної дії та екстрактів на її основі на параметри драглеутворення, технологічні, структурно-механічні властивості, органолептичні та фізико-хімічні показники якості мармеладу. Встановлено оптимальне дозування ФК та екстрактів на її основі у рецептурі мармеладу – 1,0 та 1,2% до маси рецептурної суміші відповідно.

8. Розроблено рецептури та технології формового мармеладу з ФК адаптогенної дії «Антистрес» та екстрактами на її основі, визначено показники якості та безпеки, хімічний склад, обґрунтовано тривалість та умови зберігання: 5 днів у пластикових лотках за температури 10...15°C та відносної вологості повітря 70...75%. Показано, що дослідні зразки порівняно з контролем мають підвищену кількість міnorних сполук, а саме: суми фенольних сполук – на 29,5±0,5%; флавоноїдів – на 59,0±9,2%; гідрокоричних кислот – на 49,5±0,5%. Це дає змогу задовольнити добову потребу у зазначених мікронутієнтах на 18...40% за рахунок споживання 100 г розроблених виробів.

9. Проведено дослідження впливу желеино-фруктового формового мармеладу з порошком та екстрактами ФК адаптогенної дії «Антистрес» на психоемоційний стан та показники тренованості пауерліфтерів. Встановлено, що у дослідній групі показник самопочуття підвищився на 15-25%, активності – на 18,75-31,6%, настрою – на 13-14,8%, а показники тренованості зросли на 16,7-33,3%.

10. Розроблено програмний засіб для розрахунку вмісту мікро- та макронутрієнтів раціону, заданого користувачем, та порівняння його з добовими потребами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Притульська Н.В. та ін. Сучасні підходи до розробки продуктів для спортсменів / Н.В. Притульська, Ю.М. Мотузко, Д.П. Антюшко // Товарознавчий вісник. – 2012. – Вип. 5. – с. 327–333.
2. Мотузко Ю.М. Управління якістю напоїв для спортсменів : автореф дис. канд техн. наук: 05.18.15 / Ю.М. Мотузко. – К.: КНТУ, 2005. – 22 с.
3. Макарова Г.А. та ін. Синдром перетренованості у спортсменів / Г.А. Макарова, С.Н. Волков, С.А. Локтев, Т.В. Бушуєва // Спортивна медицина. – 2011. – Вип. 1–2. – с. 11–22.
4. Путро Л.М. Особенности питания спортсменов-гребцов высокой квалификации / Л.М. Путро // Спортивна медицина. – 2006. – Вип. 1. – с. 116–121.
5. Киселевич А.В., Пазичук О.М. Особливості забезпечення харчування спортсменів / А.В. Киселевич, О.М. Пазичук // Молода спортивна наука України. – 2009. – Вип. 1. – с. 149–153.
6. Циганенко О.І., Ящур М.Й. Сучасні підходи до розробки та використання норм потреб спортсменів в основних харчових речовинах / О.І. Циганенко, М.Й. Ящур // Спортивна медицина. – 2009. – Вип. 1–2. – с. 105–108.
7. Свистун Ю.Д. та ін. Вплив вітаміну С на спеціальну працездатність спортсменів-стрільців / Ю.Д. Свистун, Х.Є. Гурінович, В.М. Трач // Молода спортивна наука України. – 2010. – Вип. 1. – с. 288–292.
8. Коваль І.В. та ін. Нові підходи до спеціалізованого харчування спортсменів високої кваліфікації / І.В. Коваль, Є.В. Бондаренко, Н.В. Вдовенко // Спортивна медицина. – 2008. – Вип. 2. – с. 112–121.
9. Гуніна Л.М. та ін. Один із аспектів механізму дії лимоннику китайського на показники спеціальної тренованості важкоатлетів / Л.М. Гуніна, С.О. Конюшок, О.П. Паламарчук[та ін.] // 2008. – Вип. 2. – с. 102–107.
10. Пряткіна Н.Г., Земцова І.Л. Дослідження ефективності застосування

збалансованого раціону харчування та вітамінно-мінерального комплексу у поєднанні з препаратом йоду на біохімічні показники крові юних спортсменів / Н.Г. Пряткіна, І.Л. Земцова // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2007. – Вип. 4. – с. 87–91.

11. Цыганенко О.И. та ін. Проблемы регламентации пищевых рационов спортсменов, их безопасность, пути решения / О.И. Цыганенко, Н.Й. Ящур, Н.А. Склярова // Спортивна медицина. – 2008. – Вип. 2. – с. 108–111.

12. Пащенко В.Г. та ін. Складові забезпечення захисту прав споживачів при реалізації сухих харчових сумішей для спортсменів / В.Г. Пащенко, Л.І. Сєногонова, А.С. Становіхіна // Безопасность жизнедеятельности. – 2011. – Вип. 3. – с. 145–148.

13. Мусійчук О.О., Іванова А.М. Аналіз ставлення спортсменів до нових видів бутербродних паст / О.О. Мусійчук, А.М. Іванова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – Вип. 2/12. – с. 55–59.

14. Ящур М.Й. Особливості харчування та меню спортсменок збірних команд України / М.Й. Ящур // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2008. – Вип. 3. – с. 91–93.

15. Цыганенко О.И., Склярова Н.А. Методические подходы к оценке пищевого статуса спортсменов / О.И. Цыганенко, Н.А. Склярова // Спортивна медицина. – 2007. – Вип. 2. – с. 108–110.

16. Пащенко В.Г. Аналіз асортименту харчових продуктів для спортсменів / В.Г. Пащенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – Вип. 6/10. – с. 39–42.

17. Притульська Н.В. та ін. До проблеми класифікації харчових продуктів для спортсменів / Н.В. Притульська, О.В. Хробатенко, Є.В. Бондаренко // Товари і ринки. – 2011. – Вип. 2. – с. 112–121.

18. Бондаренко Є.В. Формування споживчих властивостей морозива для спортсменів : автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.15 / Є.В. Бондаренко. – К.: КНТУ, 2009. – 22 с.

19. Токаев Э. Проблемы организации спортивного питания в подготовке

спортсменов высокой квалификации / Э. Токаев // Пищевая промышленность. – 2004. – Вып. 1. – с. 3–4.

20. Бондаренко Є.В. Споживчі переваги харчових продуктів для спортсменів / Є.В. Бондаренко // Товари і ринки. – 2008. – Вып. 1. – с. 29–35.

21. Біленька І.Р. До питання про класифікацію функціональних напоїв / І.Р. Біленька // Харчова наука і технологія. – 2009. – Вып. 1. – с. 88–90.

22. Вдовенко Н.В. Вплив курсового прийому спортивного напою “Зевс” на процеси відновлення та антиоксидантний статус організму спортсменів-легкоатлетів / Н.В. Вдовенко // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2008. – Вып. 3. – с. 94–96.

23. Олійник С.А. та ін. Спортивні напої в Україні: аналіз проблеми / С.А. Олійник, І.В. Коваль, Н.В. Вдовенко // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2007. – Вып. 1. – с. 87–90.

24. Коваль І.В. та ін. Вплив курсового прийому комплексу спортивних напоїв на функціональний стан організму і фізичну парцездатність спортсменів, які спеціалізуються в ігрових видах спорту / І.В. Коваль, Н.В. Вдовенко, С.А. Олійник // Спортивна медицина. – 2006. – Вып. 2. – с. 113–116.

25. Пат. 7155 Україна, МПК А23L2/00. Композиція для виготовлення напою безалкогольного сокового “Стимул-активність” / Н.В. Притульська, Ю.М. Мотузка, С.А. Олійник, І.В. Коваль; заявник і власник Притульська Н. В., Мотузка Ю. М., Олійник С. А., Коваль І. В. – № 2000409077; заявл. 24.09.2004; опубл. 15.06.2005, Бюл. №6, 2005.

26. Пат. 7156 Україна, МПК А23L2/00. Композиція для виготовлення напою безалкогольного сокового “Апогей-активність” / Н.В. Притульська, Ю.М. Мотузка, С.А. Олійник, І.В. Коваль; заявник і власник Притульська Н. В., Мотузка Ю. М., Олійник С. А., Коваль І. В. – № 2004090777; заявл. 24.09.2004; опубл. 15.06.2005, Бюл. №6, 2005.

27. Пат. 7154 Україна, МПК А23L2/00. Композиція для виготовлення напою безалкогольного сокового “Релакс-активність” / Н.В. Притульська, Ю.М. Мотузка, С.А. Олійник, І.В. Коваль; заявник і власник Притульська Н.

В., Мотузка Ю. М., Олійник С. А., Коваль І. В. – № 2004090776; заявл. 24.09.2004; опубл. 15.06.2005, Бюл. №6, 2005.

28. Коваль І.В. та ін. Біохімічний моніторинг та корекція функціонального стану організму спортсменів збірних команд України / І.В. Коваль, Н.В. Вдовенко, В.О. Козловський // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. – 2008. – Вип. 14. – с. 53–59.

29. Коваль І.В. та ін. Дослідження ефективності застосування топінгів спеціального призначення “Ранкове пробудження”, “Денна енергія”, “Вечірнє відновлення” в процесі підготовки кваліфікованих спортсменів, що спеціалізуються з легкої атлетики / І.В. Коваль, Є.В. Бондаренко, Н.В. Вдовенко, В.В. Сазонов // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. – 2007. – Вип. 13. – с. 26–32.

30. Пат. 34680 Україна, МПК А23L1/06. Функціональний топінг (солodкий соус) для харчування спортсменів “Ранкове пробудження” / О.О. Рябова, Н.В. Притульська, О.В. Савицька, Є.В. Бондаренко; заявник і власник Рябова О. О., Притульська Н. В., Савицька О. В., Бондаренко Є. В. – № u200710895; заявл. 02.10.2007; опубл. 26.08.2008, Бюл. №16, 2008.

31. Пат. 39103 Україна, МПК А23L1/06. Функціональний топінг (солodкий соус) “Денна енергія” для харчування спортсменів / О.О. Рябова, Н.В. Притульська, О.В. Савицька, Є.В. Бондаренко; заявник і власник Рябова О. О., Притульська Н. В., Савицька О. В., Бондаренко Є. В. – № u200808717; заявл. 02.07.2008; опубл. 10.02.2009, Бюл. №3, 2009.

32. Пат. 39104 Україна, МПК А23L1/06. Функціональний топінг (солodкий соус) “Вечірнє відновлення” для харчування спортсменів / О.О. Рябова, Н.В. Притульська, О.В. Савицька, Є.В. Бондаренко; заявник і власник Рябова О. О., Притульська Н. В., Савицька О. В., Бондаренко Є. В. – № u200808718; заявл. 02.07.2008; опубл. 10.02.2009, Бюл. №3, 2009.

33. Пат. 33921 Україна, МПК А23L2/00. Композиція “Денна енергія” для збагачення продуктів спортивного харчування / Н.В. Притульська, Є.В. Бондаренко, І.В. Коваль; заявник і власник Притульська Н. В., Бондаренко Є.

В., Коваль І. В. – № u200710890; заявл. 02.10.2007; опубл. 25.07.2008, Бюл. №14, 2008.

34. Пат. 33920 Україна, МПК А23L2|00. Композиція “Ранкове пробудження” для збагачення функціональних продуктів спортивного харчування / І.В. Коваль, Н.В. Притульська, Є.В. Бондаренко; заявник і власник Коваль І. В., Притульська Н. В., Бондаренко Є. В. – № u200710888; заявл. 02.10.2007; опубл. 25.07.2008, Бюл. №14, 2008.

35. Пат. 33922 Україна, МПК А23L2/00. Композиція “Вечірнє відновлення” для функціональних продуктів спортивного харчування / Н.В. Притульська, І.В. Коваль, Є.В. Бондаренко; заявник і власник Притульська Н. В., Бондаренко Є. В., Коваль І. В. – № u200710893; заявл. 02.10.2007; опубл. 25.07.2008, Бюл. №14, 2008.

36. Сєногонова Л.І. Формування споживчих властивостей цукерок для спортсменів: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.15 / Л.І. Сєногонова. – К.: КНТУ, 2011. – 23 с.

37. Сєногонова Л.І. Дослідження якості цукерок для спортсменів / Л.І. Сєногонова // Technology audit and production reserves. – 2012. – Вип. 4. – с. 35–36.

38. Притульська Н.В., Сєногонова Л.І. Оцінка безпечності нових цукерок для спортсменів / Н.В. Притульська, Л.І. Сєногонова // Восточно-Європейський журнал передових технологій. – 2010. – Вип. 4/8. – с. 64–67.

39. Пат. 37835 Україна, МПК А23L1/06. Композиція “енергія спорту” для функціональних продуктів спортивного харчування / Н.В. Притульська, І.В. Коваль, Л.І. Сєногонова; заявник і власник Притульська Н. В., Сєногонова Г. І., Коваль І. В. – № u200808856; заявл. 07.07.2008; опубл. 10.12.2008, Бюл. №23, 2008.

40. Пат. 39053 Україна, МПК А23L2/00. Композиція “Drive” для збагачення функціональних продуктів спортивного харчування / Н.В. Притульська, І.В. Коваль, Л.І. Сєногонова; заявник і власник Притульська Н. В., Коваль І. В., Сєногонова Г. І. – № u200811836; заявл. 06.10.2008;

опубл. 26.01.2009, Бюл. №2, 2009.

41. Україна, МПК А23G3/34. Композиція “Імпульс” для функціональних продуктів спортивного харчування / Н.В. Притульська, І.В. Коваль, Л.І. Сєногонова; заявник і власник Притульська Н. В., Коваль І. В., Сєногонова Г. І. – № u200808843; заявл. 04.07.2008; опубл. 10.12.2008, Бюл. №23, 2008.

42. Пат. 46204 Україна, МПК А23G 3/00. Цукерки для спортсменів “Імпульс” / Н.В. Притульська, Л.І. Сєногонова; заявник і власник Притульська Н. В., Сєногонова Г. І. – № u200906671; заявл. 25.06.2009; опубл. 10.12.2009, Бюл. №23, 2009.

43. Пат. 45536 Україна, МПК А23G 3/00. Цукерки для спортсменів “Енергія спорту” / Н.В. Притульська, Л.І. Сєногонова; заявник і власник Притульська Н. В., Сєногонова Г. І. – № u200906672; заявл. 25.06.2009; опубл. 10.11.2009, Бюл. №21, 2009.

44. Пат. 46203 Erhf]yf, МПК А23G 3/00. Цукерки для спортсменів “Drive” / Н.В. Притульська, Л.І. Сєногонова; заявник і власник Притульська Н. В., Сєногонова Г. І. – № u200906670; заявл. 25.06.2009; опубл. 10.12.2009, Бюл. №23, 2009.

45. Сєногонова Л.І. Сенсорні властивості цукерок для спортсменів / Л.І. Сєногонова // Товари і ринки. – 2009. – Вип. 2. – с. 115–121.

46. Пат. 87545 Україна, МПК А23G 3/00, А23L 1/29. Цукерки для спортсменів “Таємниця сили” / Л.І. Сєногонова; заявник і власник Сєногонова Л. І. – № u201310766; заявл. 09.09.2013; опубл. 10.02.2014, Бюл. №3, 2014.

47. Пат. 87544 Україна, МПК А23G 3/00, А23L 1/29. Цукерки для спортсменів “Тріумф” / Л.І. Сєногонова; заявник і власник Сєногонова Л. І. – № u201310765; заявл. 09.09.2013; опубл. 10.02.2014, Бюл. №3, 2014.

48. Пат. 88111 Україна, МПК А23G 3/00. Цукерки спеціального призначення для харчування спортсменів / Н.В. Притульська, Л.Л. Давтян, А.О. Нездолій, О.О. Хомич; заявник і власник Притульська Н. В., Давтян Л. Л. – № u201313420; заявл. 18.11.2013; опубл. 25.02.2014, Бюл. №4, 2014.

49. Пат. 80783 Україна, МПК А23L1/0524, А23L1/0526, А23L1/09.

Вуглеводний драглеподібний продукт для спортсменів / Н.В. Притульська, Т.В. Бровенко, Ю.Б. Міклашевська, Є.В. Бондаренко; заявник і власник Притульська Н. В. Бровенко Т. В., Міклашевська Ю. Б. – № u201214741; заявл. 24.12.2012; опубл. 10.06.2013, Бюл. №11, 2013.

50. Пат. 64254 Україна, МПК А23L1/06. Функціональний топінг (солодкий соус) “Потенціал спорту” для харчування спортсменів / Н.В. Притульська, Л.І. Сєногонова, Є.В. Бондаренко, І.В. Коваль; заявник і власник Притульська Н. В., Сєногонова Г. І., Коваль І. В., Луганський національний університет імені Тараса Шевченка. – № u201011826; заявл. 05.10.2010; опубл. 10.11.2011, Бюл. №21, 2011.

51. Пат. 82108 Україна, МПК А23L1/09, А23L2/39. Вуглеводна суміш для виготовлення харчових продуктів для спортсменів / Н.В. Притульська, Т.В. Бровенко, Ю.Б. Міклашевська; заявник і власник Притульська Н. В. Бровенко Т. В., Міклашевська Ю. Б. – № U201214742; заявл. 24.12.2012; опубл. 25.07.2013, Бюл. №14, 2013.

52. Пат. 64253 Україна, МПК А23L1/06. Композиція “Потенціал спорту” для функціональних продуктів спортивного харчування / Н.В. Притульська, Л.І. Сєногонова, Є.В. Бондаренко, І.В. Коваль; заявник і власник Притульська Н. В., Сєногонова Г. І., Бондаренко Є. В., Коваль І. В., Луганський національний університет імені Тараса Шевченка. – № u201011824; заявл. 05.10.2010; опубл. 10.11.2011, Бюл. №21, 2011.

53. Пат. 54823 Україна, МПК А23L1/30. Харчовий продукт спеціального призначення “Енергетичний мікс плюс” / Н.В. Притульська, О.О. Мусійчук, І.В. Коваль; заявник і власник Притульська Н. В., Мусійчук О. О., Коваль І. В. – № u20106203; заявл. 21.05.2010; опубл. 25.11.2010, Бюл. №22, 2010.

54. Пат. 54820 Україна, МПК А23L1/30. Харчовий продукт спеціального призначення “Енергетичний мікс” / Н.В. Притульська, О.О. Мусійчук, І.В. Коваль; заявник і власник Притульська Н. В., Мусійчук О. О., Коваль І. В. – № u201006198; заявл. 21.05.2010; опубл. 25.11.2010, Бюл. №22, 2010.

55. Пат. 54821 Україна, МПК А23L2/00. Композиція “Енергетичний мікс

плюс” для функціональних продуктів спортивного харчування / Н.В. Притульська, О.О. Мусійчук, І.В. Коваль; заявник і власник Притульська Н. В., Мусійчук О. О., Коваль І. В. – № u201006201; заявл. 21.05.2010; опубл. 25.11.2010, Бюл. №22, 2010.

56. Пат. 54822 Україна, МПК А23L2/00. Композиція “Енергетичний мікс” для функціональних продуктів спортивного харчування / Н.В. Притульська, О.О. Мусійчук, І.В. Коваль; заявник і власник Притульська Н. В., Мусійчук О. О., Коваль І. В. – № u201006202; заявл. 21.05.2010; опубл. 25.11.2010, Бюл. №22, 2010.

57. Пат. 20037 Україна, МПК А23С 19/08. Спосіб виробництва енергетичного плавленого сиру / О.О. Степанов; заявник і власник Степанов О. О. – № u200606420; заявл. 09.06.2006; опубл. 15.01.2007, Бюл. №1, 2007.

58. Пат. 20036 Україна, МПК А23G 3/00. Спосіб приготування енергетичної карамельної маси / О.О. Степанов; заявник і власник Степанов О. О. – № u200606419; заявл. 09.06.2006; опубл. 15.01.2007, Бюл. №1, 2007.

59. Пат. 21218 Україна, МПК А23G 3/00. Енергетична начинка для цукерок або карамелі / О.О. Степанов; заявник і власник Степанов О. О. – № u200606418; заявл. 09.06.2006; опубл. 15.03.2007, Бюл. №3, 2007.

60. Міщенко О.Я. Фармакологічна активність і механізми дії нового класу адаптогенів на основі продуктів бджільництва і бурштинової кислоти : автореф. дис. д-ра фарм. наук: 14.03.05 / О.Я. Міщенко. – Нац. фарм. ун-т. – Х., 2010. – 39 с.

61. Міщенко О.Я. Фармакологічна активність і механізми дії нового класу адаптогенів на основі продуктів бджільництва і бурштинової кислоти [Текст] : дис. ... д-ра фармац. наук : 14.03.05 / О.Я. Міщенко. – Нац. фармац. ун-т. Х., 2010. – 375 с.

62. Щелкина Е.Г. Лекарства для здоровых людей или защита от стресса / Е.Г. Щелкина // Провизор. – 2009. – Вып. 3. – с. 35–39.

63. Горчакова Н.В. Адаптогены в спортивной медицине / Н.В. Горчакова // Наука в олимпийском спорте. – 2006. – Вып. 2. – с. 22–36.

64. Стешенко О.М. та ін. Встановлення оптимальних параметрів процесу екстракції фітоадаптогенної суміші / О.М. Стешенко, Л.Ю. Арсеньєва, О.П. Паламарчук, О.Ю. Ройко // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. – 2014. – Вип. 2. – с. 182–192.

65. Міщенко О.Я. та ін. Морфологічні аспекти впливу препаратів адаптогенної дії на стан центральної нервової системи в умовах хронічного стресу / О.Я. Міщенко, Л.В. Яковлева, Ю.Б. Лар'яновська // Український біофармацевтичний журнал. – 2012. – Вип. 3. – с. 21–27.

66. Резенькова О.В. Изучения влияния экстракта солодки голой на процессы адаптации организма: дис. канд. биол. наук: 03.00.13 / О.В. Резенькова. – 2003. – 173 с.

67. Міщенко О.Я. Протективна активність нового комбінованого засобу “Поллентар” в умовах хронічного стресу □ / О.Я. Міщенко // К. – 2010. – Вип. 1. – с. 42–48.

68. Луцак І.В., Штриголь С.Ю. Вивчення адаптогенних властивостей екстракту кори осики / І.В. Луцак, С.Ю. Штриголь // Клінічна фармація. – 2011. – Вип. 3. – с. 62–66.

69. Цокало І.Є., Зайцев О.І. Розробка фітокомпозиції у формі гранул, що містить екстракт ехінацеї пурпурової та бурштинову кислоту / І.Є. Цокало, О.І. Зайцев // Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. – 2011. – Вип. 1. – с. 114–117.

70. Конюшок С.А., Молчанова, Н В. Влияние фитоадаптогенов на состояние симпатoadрениалиновой системы и психоэмоциональное состояние тяжелоатлетов на этапе подготовки к соревнованиям / С.А. Конюшок, В. Молчанова, Н // Наука в олимпийском спорте. – 2010. – Вип. 1. – с. 68–74.

71. Цокало І.Є. та ін. Експериментальне вивчення стреспротекторної й актопротекторної дії композиції ехінацеї та бурштинової кислоти / І.Є. Цокало, О.І. Зайцев, К.Г. Щокіна // Фармаком. – 2010. – Вип. 4. – с. 72–75.

72. Арушанян Э.Б. Препараты корня женьшеня и других растительных

адаптогенов как ноотропные средства / Э.Б. Арушанян // Эксп. клин. фармакол. – 2008. – Вып. 6. – с. 58–66.

73. Ярних Т.Г. та ін. Аналіз ринку препаратів групи адаптогенів / Т.Г. Ярних, О.С. Данькевич, М.В. Лелека // Вісник фармації. – 2001. – Вып. 4. – с. 60–64.

74. Забродин О.М. Концептиция Н. В. Лазарева об адаптогенах в аспекте учения о нервной трофике / О.М. Забродин // Психофармакология и биологическая наркологи. – 2005. – Вып. 4. – с. 1108–1112.

75. Левон М.М. та ін. Фітотерапія як засіб підвищення імунітету спортсменів (огляд літератури) / М.М. Левон, В.Ф. Левон, Ю.І. Осадча // Фітотерапія. Часопис. – 2012. – Вып. 1. – с. 26–30.

76. Сейфулла Р.Д., Орджоникидзе З.Г. Лекарства и БАД в спорте: Практическое руководство для спортивных врачей, тренеров и спортсменов / Р.Д. Сейфулла, З.Г. Орджоникидзе. – М.: Литтерра, 2003. – 320 с.

77. Стешенко О.М., Арсеньєва Л.Ю. Визначення параметрів екстракції фенольних сполук фітоадаптогенної суміші / О.М. Стешенко, Л.Ю. Арсеньєва // Наукові праці ОНАХТ. – 2014. – Вып. 46. – с. 51–56.

78. Кулиненков О.С. Фармакология спорта в таблицах и схемах / О.С. Кулиненков. – М.: Советский спорт, 2011. – 192 с.

79. Ковальчук І.В., Рожковський Я.В. Вплив фітоадаптогенів на противірусну резистентність тварин в умовах стресу різної тривалості та інтенсивності / І.В. Ковальчук, Я.В. Рожковський // Фармацевтичний часопис. – 2010. – Вып. 4. – с. 73–77.

80. Ковальчук І.В. Стан противірусної резистентності у інтактних і вірусінфікованих тварин на фоні попереднього введення фітоадаптогенів / І.В. Ковальчук // Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. – 2010. – Вып. 4. – с. 34–36.

81. Ковальчук І.В. Стан противірусної резистентності організму в умовах корекції хронічного стресу адаптогенами рослинного походження / І.В. Ковальчук // Фітотерапія. Часопис. – 2010. – Вып. 3. – с. 35–39.

82. Некрасова В.Б. Роль адаптогенов в питании человека / В.Б. Некрасова // Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. – 2009. – Вип. 4. – с. 30–32.

83. Губич О.И. та ін. Изучение влияния экстракта элеутерококка на показатели углеводного обмена и перекисного окисления липидов у крыс в экспериментальной модели гиперфагии / О.И. Губич, Т.Н. Зырянова, Т.Н. Мамай, И.В. Колесник // Труды БГУ. – 2012. – Вип. 7. – с. 173–178.

84. Коритко З.І. та ін. Вплив рослинних адаптогенів на працездатність та показники швидкісно-силової підготовки легкоатлетів-спринтерів / З.І. Коритко, С.В. Онищук, Н.І. Семенова // Молода спортивна наука України. – 2010. – Вип. 1. – с. 146–152.

85. Конюшок С.О. Доцільність застосування рослинних адаптогенів у важкій атлетиці / С.О. Конюшок // Молода спортивна наука України. – 2008. – Вип. 3. – с. 126–131.

86. Цокало І.Є. Розробка та дослідження твердих лікарських форм адаптогенної дії на основі ехінацеї пурпурової та кислоти бурштинової: автореф. дис... канд.. фарм. наук: 15.00.01 / І.Є. Цокало. – Нац. фарм. ун-т. – Х., 2011. – 22 с.

87. Коренберг В.Б. Спортивные способности и возможности / В.Б. Коренберг // Теория и практика физической культуры. – 2009. – Вип. 3. – с. 3–9.

88. Корнякова В.В. Утомление после чрезмерных физических нагрузок / В.В. Корнякова // Теория и практика физической культуры. – 2009. – Вип. 3. – с. 23–25.

89. Кулиненко О.С. Фармакология спорта: Клинико-фармакологический справочник спорта высших достижений: [монография] / О.С. Кулиненко. – М.: 2001. – 200 с.

90. Футорний С.М. Фармакологія імуномодуляторів тваринного походження: огляд літератури / С.М. Футорний // Спортивна медицина. – 2005. – Вип. 2. – с. 106–109.

91. Гордийчук Г.Н. Изучение кинетики равновесия при экстрагировании травы эхинацеи в системе твердое тело_жидкость / Г.Н. Гордийчук // Науковий вісник міжнародного гуманітарного університету. – 2010. – Вип. 1. – с. 31–35.

92. Немятих О.Д. та ін. Дослідження основних реологічних показників желейного продукту «Афлуфіт» з імуностимулюючими властивостями / О.Д. Немятих, Д.І. Дмитрієвський, Ф.В. Перцевий // Вісник фармації. – 2012. – Вип. 2. – с. 27–31.

93. Добряков Ю.И. Результаты фармакологических исследований природного лекарственного сырья Дальневосточного региона / Ю.И. Добряков // Вестник ДВО РАН. – 2004. – Вип. 3. – с. 87–92.

94. Мищенко Т.С. та ін. Применение экстракта гинкго билоба в лечении пациентов с хроническими сосудистыми заболеваниями головного мозга / Т.С. Мищенко, В.Н. Мищенко, И.А. Лапшина // Міжнародний неврологічний журнал. – 2012. – Вип. 2. – с. 9–13.

95. Луцак І.В. та ін. Порівняльні особливості хімічного складу та проявів адаптогенної дії родіоли екстракту рідкого та екстракту кори осики / І.В. Луцак, Н.В. Бородіна, В.І. Волочай // Український біофармацевтичний журнал. – 2012. – Вип. 4. – с. 69–73.

96. Куркин В.А. та ін. Влияние фитопрепаратов, содержащих фенилпропаноиды, на физическую работоспособность животных / В.А. Куркин, А.В. Дубищев, Г.Г. Запесочная, и Н. Титова // Химико-фармацевтический журнал. – 2006. – Вип. 3. – с. 30–31.

97. Ракша-Слюсарева О.А. та ін. Нова харчова добавка “Квітковий пилок” як адаптоген / О.А. Ракша-Слюсарева, А.А. Квасніков, В.Д. Малигіна // Спортивна медицина. – 2005. – Вип. 2. – с. 127–130.

98. Гудзенко А.В. та ін. Пошук можливих речовин-маркерів серед летких сполук елеутерококу колючого (*Eleutherococcus senticosus*) з використанням методу газової хроматографії з мас-детекцією / А.В. Гудзенко, О.О. Цуркан, Т.В. Ковальчук // Зб. наук. праць співробіт. НМАПО імені П. Л.

Шупика. – 2012. – Вип. 4. – с. 251–256.

99. Пат. 93042903/134 Россия, МПК А23L1/08. Биологически активная добавка к пище “Женьшень медовый” / Т.И. Скоблик, Т.И. Юдина, Т.А. Устинова; заявник і власник Фармацевтическое акционерное общество “Ферейн.” – № 93042903/1; заявл. 27.08.1993; опубл. 10.01.1997, Бюл. №1, 1997.

100. Золотарева Л.А. Разработка технологий жележных кондитерских изделий с использованием фитодобавок [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Л.А. Золотарева.

101. Пат. 96112293/13 Россия, МПК А23G 3/00. Способ производства кондитерского изделия типа ириса тиражного / Т.В. Парфенова, С.А. Кленин, А.А. Кудряшева; заявник і власник Парфенова Т. В., Кленин С. А., Кудряшева А. А. – № 2110925; заявл. 14.06.1996; опубл. 20.05.1998, Бюл. №14, 1998.

102. Пат. 92005677/134 Россия, МПК А23G 3/00. Состав для приготовления кондитерского изделия типа драже “Лесовичок” / Т.В. Парфенова, Е.А. Голомовзая, А.А. Артюков; заявник і власник Парфенова Т. В., Голомовзая Е. А., Артюков А. А. – № 92005677/1; заявл. 14.05.1991; опубл. 13.11.1992, Бюл. №43–44, 1992.

103. Пат. 93045771/13 Россия, МПК А23L1/06. Белоксодержащее кондитерское изделие / Е.А. Голомовзая, А.А. Артюков, Т.В. Парфенова; заявник і власник Голомовзая Е. А., Артюков А. А. Парфенова Т. В. – № 93045771; заявл. 17.03.1993; опубл. 10.03.1997, Бюл. №7, 1997.

104. Пат. 96045773/13 Россия, МПК А23L1/06. Белоксодержащее кондитерское изделие / Е.А. Голомовзая, А.А. Артюков, Т.В. Парфенова; заявник і власник Голомовзая Е. А., Артюков А. А. Парфенова Т. В. – № 93045773; заявл. 17.09.1993; опубл. 10.03.1997, Бюл. №7, .

105. Павлюк Р.Ю. та ін. Влияние различных видов измельчения на качество порошкообразных биологически активных растительных добавок / Р.Ю. Павлюк, В.В. Погарская, В.В. Яницкий, Г.А. Симахина // Нові технології

та удосконалення процесів харчових виробництв: Збірник наукових праць. – 1999. – с. 154–157.

106. Смертина Е.С. та ін. Оценка возможности применения растительного адаптогена в качестве функционального ингредиента для создания хлеба лечебно-профилактического назначения / Е.С. Смертина, Л.Н. Федянина, К.Ф. Зинатуллина // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – с. 88–92.

107. Гунина Л.М., Конюшок С.А. Антиоксидантное влияние растительных адаптогенов на мембраны эритроцитов тяжелоатлетов / Л.М. Гунина, С.А. Конюшок // Наука в олимпийском спорте. – 2008. – Вип. 2. – с. 111–114.

108. Хайтам А.Н. Відновлення працездатності спортсменів під впливом адаптогенів : автореф. дис.. канд фіз. вихов. та спорту : 240001 / А.Н. Хайтам. – ІНФІЗ, 1999. – 20 с.

109. Буланов Ю.Б. Анаболизм без лекарств III / Ю.Б. Буланов. – Тверь: 2005. – 42 с.

110. Конюшок С.О. та ін. Експериментальне обґрунтування доцільності застосування препаратів з лікарських рослин у пауерліфтингу / С.О. Конюшок, Л.М. Гунина, С.А. Олійник[та ін.] // Молода спортивна наука України. – 2007. – Вип. 4. – с. 147–152.

111. Цокало І.Є., Зайцев О.І. Розробка капсульованої лікарської форми, що містить екстракт ехінацеї пурпурової та бурштинову кислоту / І.Є. Цокало, О.І. Зайцев // Вісник фармації. – 2011. – Вип. 2. – с. 7–10.

112. Бибик Е.Ю., Мелещенко А.В. Влияние экстракта из листьев Гинкго билоба на морфогенез лимфоидных органов при хронической гипертермии / Е.Ю. Бибик, А.В. Мелещенко // Український журнал клінічної та лабораторної медицини. – 2008. – с. 23–28.

113. Боріков О.Ю. Протективний ефект кверцетину щодо розвитку метаболічного синдрому, індукованого високожировою дієтою у оварієктомованих щурів / О.Ю. Боріков // Проблеми ендокринної патології. –

2010. – Вип. 4. – с. 85–93.

114. Левданский В.А. Получение кверцетина из древесины лиственницы в условиях “взрывного” автогидролиза в присутствии бисульфита магния / В.А. Левданский // Химия растительного сырья. – 2008. – Вип. 4. – с. 55–58.

115. Белік Г.. В. Досвід використання кверцетину в кардіології / Г.. В. Белік // Клінічна фармація. – 2005. – Вип. 1. – с. 4–7.

116. Роговский В.С. та ін. Перспективы применения препаратов кверцетина для профилактики и лечения атеросклероза / В.С. Роговский, А.И. Матюшин, Н.Л. Шинановский // 2011. – Вип. 3. – с. 114–118.

117. Білик О.В. Фармакокорекція препаратом кверцетин впливу гіпоксії та гіпертермії на мінеральний склад кісткової тканини / О.В. Білик // Актуальні проблеми фармації та фармакотерапії. – 2011. – Вип. 2. – с. 183–188.

118. Щекатихина А.С., Курченко В.П. Спектрофотометрическая характеристика комплексов кверцетина, морина, таксифолина и силибинина с ионами меди (II) / А.С. Щекатихина, В.П. Курченко // Труды БГУ. – 2011. – Вип. 6. – с. 76–85.

119. Тараховский Ю.С. та ін. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / Ю.С. Тараховский, Ю.А. Ким, Б.С. Абдрасилов, Е.Н. Музафаров. – Пушино: 2013. – 310 с.

120. Ахмад Е.А. та ін. Експериментальне дослідження функціонального стану міокарду під впливом комбінації кверцетину з похідними глюкозаміну за умов розвитку фуразолідон-ізадринового міокардиту / Е.А. Ахмад, І.А. Зупанець, С.К. Шебеко // Український біофармацевтичний журнал. – 2012. – Вип. 3. – с. 65–70.

121. Глушко Л.В. та ін. Вплив кверцетину на прозапальну активність моноцитів периферійної крові у жінок з метаболічним синдромом у менопаузі / Л.В. Глушко, А.Х. Насралах, С.В. Федоров // Вісник фармації. – 2013. – Вип. 4. – с. 79–81.

122. Алексюк М.С. та ін. Изучение вирусингибирующей активности гликозидов кемпферола / М.С. Алексюк, П.Г. Алексюк, И.А. Зайцева //

Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. – 2014. – Вип. 5. – с. 24–29.

123. Боначева В.М., Ботиров Э.Х. Кепмферол и его гликозиды из *EQUISETUM SILVATICUM* L Ханты-Мансийского Автономного округа / В.М. Боначева, Э.Х. Ботиров // Химия растительного сырья. – 2013. – Вип. 4. – с. 109–113.

124. Рибак О.В., Сметаніна К.І. Аналіз сучасного асортименту препаратів ехінацеї / О.В. Рибак, К.І. Сметаніна // Фітотерапія. Часопис. – 2011. – Вип. 3. – с. 51–56.

125. Кадикало Е.М. та ін. Жирнокислотний склад олії, виділеної з насіння ехінацеї пурпурної, що культивується на Волині / Е.М. Кадикало, Ю.В. Кутрій, Л.П. Марушка // Науковий вісник Волинського національного університету Лесі Українки. – 2009. – Вип. 24. – с. 32–35.

126. Котова Е.Е. та ін. До питання введення до Державної Фармакопеї України монографії “Ехінацеї пурпурової корені” / Е.Е. Котова, А.Г. Котов, О.Г. Вовк[та ін.] // Фармаком. – 2009. – Вип. 3. – с. 5–15.

127. Коваль В.М., Вронська Л.В. Визначення екстракту ехінацеї у таблетках цинку аспарагілату з кислотою аскорбіновою та екстрактом ехінацеї пурпурової / В.М. Коваль, Л.В. Вронська // Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. – 2012. – Вип. 2. – с. 83–87.

128. Буйдін В.В. та ін. Порівняльна оцінка рістстимулювальної активності екстрактів ехінацеї блідої (*Echinacea pallida* (Nutt.)) та препарату «Циркон» / В.В. Буйдін, С.В. Поспелов, В.М. Самородов, О.В. Буйдін // Інтродукція рослин. – 2012. – Вип. 3. – с. 73–79.

129. Рибак О.В. Мікроелементний склад рудбекії роздільнолистої та ехінацеї пурпурової / О.В. Рибак // Медична хімія. – 2006. – Вип. 1. – с. 53–55.

130. Немятих О.Д. Комплексне дослідження антиоксидантних властивостей дитячого желе з ехінацеєю / О.Д. Немятих // Вісник фармації. – 2010. – Вип. 4. – с. 78–82.

131. Дмитрієвський Д.І. та ін. Дослідження активності антимікробних

консервантів у дитячому желе з ехінацеєю пурпуровою / Д.І. Дмитрієвський, О.Д. Немятих, Т.П. Осолодченко // Вісник фармації. – 2010. – Вип. 3. – с. 26–29.

132. Пухляк А.Г. та ін. Перспективи розширення асортименту сухих десертних молочних сумішей / А.Г. Пухляк, Г.П. Калініна, С.В. Мерзлов // Вісник Сумського національного аграрного університету Серія «Тваринництво». – 2013. – Том 7, Вип. 23. – с. 180–184.

133. Шершова В.С. Біологічна активність екстракту ехінацеї блідої залежно від температури / В.С. Шершова // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2012. – Вип. 3. – с. 162–166.

134. Поспелов С.В., Шершова С.В. Дослідження біологічної активності лектинвмісних екстрактів ехінацеї блідої / С.В. Поспелов, С.В. Шершова // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2012. – Вип. 2. – с. 47–51.

135. Писарев Д.И. та ін. Сапонины и их определение в корневищах аралии маньчжурской в условиях белгородской области / Д.И. Писарев, Н.А. Мартынова, Н.Н. Нетребенко // Химия растительного сырья. – 2009. – Вип. 4. – с. 197–198.

136. Бойкова Е.В. Аралия маньчжурская, или “чертово дерево” / Е.В. Бойкова // Ваши 6 соток. – 2010. – Вип. 20. – с. 10.

137. Маслов Л.Н. та ін. Фитоадаптогены увеличивают электрическую стабильность сердца при ишемии-реперфузии и постифаркном кардиофиброзе / Л.Н. Маслов, А.Г. Арбузов, Т.С. Башелханова // Вестник ТГПУ. – 2009. – Том 3, Вип. 81. – с. 16–20.

138. И. Ш.И. та ін. Антикоагулянтные свойства Элеутерококка *Eleutherococcus senticosus* / Ш.И. И., М.Н. Носова, Ю.А. Бондарчук // Химия растительного сырья. – 2011. – Вип. 3. – с. 179–182.

139. Галан Я.О. Вплив елеутерококу і вітамінного комплексу “Гексавіт” на адаптаційний потенціал спортсменів-орієнтувальників і студентів / Я.О. Галан // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2010. – Вип. 4. – с. 66–70.

140. Ктикян Т.Г. та ін. Влияние курсового приема *Eleutherococcus senticosus* на биохимические, гематологические и гормональные показатели крови спортсменов / Т.Г. Ктикян, А.С. Оганесян, А.Ж. Хачатрян[та ін.] // Медицинская наука Армении НАН РА. – 2012. – Том 1, Вып. 3. – с. 151–159.

141. Міщенко О.Я. Експериментальне дослідження кардіопротекторної активності екстракту елеутерокока на моделі кардіоміопатії / О.Я. Міщенко // Український біофармацевтичний журнал. – 2013. – Вып. 24. – с. 15–18.

142. Резніченко Н.Ю. та ін. Корекція виявів фізіологічного та фотостаріння з використанням бурштинової кислоти у складі ін'єкційного імплантата «Гіалуаль» / Н.Ю. Резніченко, Ю.Г. Резніченко, О.В. Веретельник // Український журнал дерматології, венерології, косметології. – 2010. – Вып. 1. – с. 11–16.

143. Терьошин В.О., Круглова О.В. Ефективність препарату бурштинової кислоти реамберину в лікуванні хворих на неалкогольний стеатогепатит, сполучений з дисбіозом кишечника / В.О. Терьошин, О.В. Круглова // Український медичний альманах. – 2012. – Вып. 4. – с. 162–165.

144. Онещук Н.І., Свєрбівус Я.Л. Вплив бурштинової кислоти на транслокацію протонів і редокс-стан проростків кукурудзи / Н.І. Онещук, Я.Л. Свєрбівус // Вісник львівського університету. Серія біологічна. – 2007. – Вып. 44. – с. 146–150.

145. Гуніна Л.М. Доцільність використання композицій на основі бурштинової кислоти в спорті вищих досягнень / Л.М. Гуніна // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2012. – Вып. 5. – с. 50–54.

146. Шифрис И.М. Особенности носительства условно-патогенных микроорганизмов и моноцитарно-макрофагального звена иммунитета у гемодиализных пациентов / И.М. Шифрис // Буковинський медичний висник. – 2012. – Вып. 3. – с. 246–249.

147. Коркушко О.В. та ін. Устойчивость к гипоксии у пожилых людей с ускоренным старением: влияние янтарной кислоты / О.В. Коркушко, Э.О.

Асанов, А.В. Писарчук // Український пульмонологічний журнал. – 2010. – Вип. 4. – с. 49–52.

148. Костюк І.О. Особливості використання сукцинату як енергетичного субстрату тканинного дихання за умов накопичення вітаміну е в печінці курей / І.О. Костюк // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2014. – Вип. 1. – с. 68–74.

149. Сирохман І.В., Завгородня В.М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення / І.В. Сирохман, В.М. Завгородня. – К.: 2009. – 544 с.

150. Сирохман І.В., Лозова Т.М. Товарознавство цукру, меду, кондитерських виробів / І.В. Сирохман, Т.М. Лозова. – К.: 2008. – 616 с.

151. Леонов Д.В. Полный текст автореферата диссертации Леонов Дмитрий Валерьевич / Д.В. Леонов.

152. Леонов Д.В., Муратова Е.И. Разработка технологии жележных конфет функционального назначения / Д.В. Леонов, Е.И. Муратова // Вопросы современной науки и практики. – 2010. – Вип. 4–6. – с. 328–335.

153. Леонов Д.В., Муратова В.И. Использование результатов реологических исследований при разработке новых видов жележных конфет / Д.В. Леонов, В.И. Муратова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2011. – Вип. 4. – с. 47–50.

154. Обозня В.А. та ін. Нетрадиционное CO₂-сырье и жележный мармелад / В.А. Обозня, И.Б. Красина, Ю.Ф. Росляков // Кондитерское производство. – 2004. – Вип. 1. – с. 7–8.

155. Матяс Д.С. та ін. Оптимізація рецептурного складу жележного мармеладу з пониженим вмістом цукру / Д.С. Матяс, Ю.В. Камбулова, А.М. Дорохович, І.В. Мандзюк // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2018. – Вип. 4. – с. 221–232.

156. Башта А.О., Лещинська Т.С. Розроблення способу отримання фруктово-жележного мармеладу оздоровчого призначення / А.О. Башта, Т.С. Лещинська // Наукові праці Національного університету харчових

технологій. – 2013. – Вип. 53. – с. 63–70.

157. Артамонова М.В. та ін. Вивчення показників якості мармеладу желейного з рослинними добавками під час зберігання / М.В. Артамонова, Г.М. Лисюк, Н.Ф. Туз // .

158. Туз Н.Ф. та ін. Оптимізація технологічних параметрів приготування желейного мармеладу з кріас-порошками / Н.Ф. Туз, М.В. Артамонова, Г.М. Лисюк // 2012. – с. 190–196.

159. Сокол Н.В., Куртнезирова Э.Н. Разработка рецептур мармеладных изделий на основе изомальта и водных экстрактов лекарственного сырья / Н.В. Сокол, Э.Н. Куртнезирова // .

160. МПК А23L1/06. Способ производства желейных конфет с фитодобавками / Е.И. Муратова, П.М. Смолихина, Д.В. Леонов; .

161. Леонов Д.В. та ін. Моделирование и оптимизация реологических свойств желейных полубабрикатов / Д.В. Леонов, Е.И. Муратова, С.И. Дворецкий // Вопросы современной науки и практики. – 2011. – Вип. 3. – с. 378–383.

162. Карнаушенко Л.И. та ін. Фитодобавки и их влияние на реологические свойства мармеладной массы / Л.И. Карнаушенко, Л.А. Золотарева, И.М. Калугина // Пищевая промышленность. – 1999. – Вип. 3. – с. 27–28.

163. Павлова Н.С. Сборник основных рецептур сахаристых кондитерских изделий / Н.С. Павлова. – СПб.: ГИОРД, 2000. – 232 с.

164. ДСТУ 4623:2006 Цукор білий. Технічні умови – [Чинний від 2006-06-29]. – К. : Технічний комітет «Цукорікрохмалепатокові продукти», 2007. – 18 с.

165. ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості – [Чинний від 2015-02-01]. – К. : Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАН України, 2014. – 30 с.

166. ДСТУ 6088: 2009 Пектин. Технічні умови – [Чинний від 2009-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2009. – 27 с.

167. ДСТУ ГОСТ 908:2006 Кислота лимонна моногідрат харчова. Технічні умови – [Чинний від 2007-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 24 с.

168. ГОСТ 6341-75 Кислота янтарная. Технические условия – [Введ. 1975-08-09]. – М. : Министерство химической промышленности СССР, 1975. – 11 с.

169. ДСТУ 8133:2015 Яблука свіжі середніх та пізніх термінів досягання. Технічні умови – [Чинний від 2015-06-22]. – К. : Інститут садівництва Національної академії аграрних наук України, 2015. – 10 с.

170. ДСТУ 8319:2015 Смородина чорна свіжа. Технічні умови – [Чинний від 2017-07-01]. – К. : Інститут садівництва Національної академії аграрних наук України, 2015. – 8 с.

171. ДСТУ 4221:2003. Спирт етиловий ректифікований. Технічні умови – [Чинний від 2004-10-01]. – К. : Технічний комітет стандартизації «Спиртогорілчані вироби, дріжджі», 2003. – 11 с.

172. Нечаев А.П. та ін. Пищевая химия: Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям: 552400 “Технология продуктов питания” / А.П. Нечаев, С.Е. Трауенберг, А.А. Кочеткова. – СПб.: 2003. – 640 с.

173. Ермаков А.И. та ін. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, М.И. Смирнова-Иконникова. – Ленинград: 1972. – 456 с.

174. Романова Т.Н., Чугунова М.В. Пищевая химия: практикум / Т.Н. Романова, М.В. Чугунова. – Кинель: 2017. – 104 с.

175. Ладыгина Е.Я. та ін. Химический анализ лекарственных растений / Е.Я. Ладыгина, Н.И. Гранкевич, Л.Н. Сафронич. – М.: 1983. – 176 с.

176. Тартинська Г.С. Визначення кількісного вмісту фенольних сполук у насінні, траві та стулках стручечків талабану польового (*Thlaspi arvense* L.) / Г.С. Тартинська // Український журнал клінічної та лабораторної медицини. – 2013. – Вип. 4. – с. 89–91.

177. Волошина А.А. та ін. Визначення кількісного вмісту фенольних

сполук у сировині дивини звичайної / А.А. Волошина, В.С. Кисличенко, І.О. Журавель // Український журнал клінічної та лабораторної медицини. – 2012. – Вип. 4. – с. 202–203.

178. Бензель І.Л. Стандартизація лікарської сировини бадану товстолистого / І.Л. Бензель // Acta Medica Leopoliensia. – 2007. – Вип. 3. – с. 76–80.

179. Луценко Ю.О. та ін. Визначення кількісного вмісту суми поліфенолів у листі плюща звичайного / Ю.О. Луценко, І. Матлавська, Р.Є. Дармограй // Клінічна фармація, фармакотерапія та медична стандартизація. – 2010. – Вип. 1–2. – с. 85–87.

180. Корнієвська В.Г. та ін. Визначення вмісту гідроксикоричних кислот валеріани пагононосною протягом доби / В.Г. Корнієвська, М.С. Фурса, Ю.І. Корнієвський // Вісник фармації. – 2001. – Вип. 2. – с. 19–21.

181. Койро О.О. та ін. Кількісне визначення суми гідроксикоричних кислот у сировині яглиці звичайної / О.О. Койро, С.І. Степанова, С.Ю. Штриголь // Український журнал клінічної та лабораторної медицини. – 2009. – Вип. 2. – с. 52–55.

182. Ломбоева С.С. та ін. Методика количественного определения суммарного содержания флавоноидов в надземной части ортилии однобокой / С.С. Ломбоева, Л.М. Танхаева, Д.Н. Оленников // Химия растительного сырья. – 2008. – Вип. 2. – с. 65–68.

183. Пелехова Л.С., Усатюк С.І. Оцінювання загальної антиоксидантної активності рослинних олій / Л.С. Пелехова, С.І. Усатюк // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2012. – Вип. 44. – с. 81–84.

184. Конюхов І.В. та ін. Визначення технологічних параметрів подрібнених компонентів рослинного збору / І.В. Конюхов, В.І. Чуєшов, Д.П. Солдатов // Вісник фармації. – 2012. – Вип. 2. – с. 11–13.

185. Державна фармакопея України / Х.: 2009. – 280 с.

186. Києнко З.Б. та ін. Методика державної науково-технічної

експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва / З.Б. Києнко, Л.М. Присяжнюк, О.О. Шовгун, А.П. Іваницька. – Вінниця: 2015. – 160 с.

187. ГОСТ 26668-85 Продукты пищевые и вкусовые. Методы отбора проб для микробиологических анализов – [Введ. 01.07.86]. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 5 с.

188. ГОСТ 26669-85 Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологического анализа – [Введ. 01.07.86]. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 13 с.

189. ГОСТ 10444.15–94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно–аэробных микроорганизмов – [Введ. 01.01.96]. – М. : Изд-во стандартов, 1996. – 5 с.

190. ГОСТ 30518-97 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий) – М. : Изд-во стандартов, 1997. – 13 с.

191. ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002) Метод выявления бактерий рода *Salmonella* – [Введ. 2013-07-01]. – М. : ГНУ ВНИИКОП, 2012. – 13 с.

192. ДСТУ ГОСТ 30726-2002 Продукти харчові. Методи виявлення та визначення кількості бактерій виду *Escherichia coli* – [Чинний від 01.01.2003]. – К. : Український науково-дослідний інститут стандартизації, сертифікації та інформатики, 2002. – 14 с.

193. ГОСТ 10444.8-88 Продукты пищевые. Метод определения *Bacillus cereus* – [Введ. 01.01.1990]. – М. : Государственный агропромышленный комитет СССР, 1988. – 7 с.

194. ДСТУ 8447:2015 Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів – [Введ. 01.07.2017]. – К. : ДНДПКІ «Консервпромкомплекс», 2015. – 15 с.

195. ГОСТ 26929-94 262. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов – [Введ. 01.01.98]. – К. : 1997. – 16 с.

196. ГОСТ 26927-86 Сырье и продукты пищевые. Метод определения ртути – [Введ. 01.12.86]. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 6 с.
197. ГОСТ 26932-86 264. Сырье и продукты пищевые. Метод определения свинца – [Введ. 01.12.86]. – М. : 1988. – 5 с. – (Из-во стандартов).
198. ГОСТ 26933-86 Сырье и продукты пищевые. Метод определения кадмия – [Введ. 01.12.86]. – М. : Из-во стандартов, 1988. – 5 с.
199. ДСТУ 7868:2015 Ґрунти та продукція рослинництва. Визначення вмісту радіонуклідів цезію ^{137}Cs методом спектрометричного аналізу – [Чинний від 01.07.2016]. – К. : ДП «ДНПРООБЛАГРОСТАНДАРТ», 2014. – 14 с.
200. Дробот В.І. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів / В.І. Дробот. – К.: Кондор, 2015. – 958 с.
201. Доценко В.Ф. та ін. Лабораторний практикум із загальних технологій харчової промисловості / В.Ф. Доценко, Т.А. Сильчук, Т.П. Голікова, І.Л. Корецька. – К.: Кондор, 2016. – 380 с.
202. ГОСТ 5904-82 Изделия кондитерские. Правила приемки, методы отбора и подготовки проб – [Введ. 01.01.1984]. – М. : Издательство стандартов, 1984. – 8 с.
203. ДСТУ 4683: 2006 Вироби кондитерські. Методи визначення органолептичних показників якості, розмірів, маси нето і складових частин – [Чинний від 01.10.2007]. – К. : Держспоживстандарт України, 2008. – 12 с.
204. ГОСТ 5898-87 Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности – [Введ. 01.01.1989]. – М. : Из-во стандартов, 1987. – 9 с.
205. ГОСТ 5900-2014 Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ – [Введ. 01.07.2016]. – М. : Стандартиформ, 2014. – 16 с.
206. Дубиніна А.А. та ін. Методи визначення фальсифікації товарів. Лабораторний практикум / А.А. Дубиніна, Т.М. Летута, С.О. Дубиніна. – К.: Кондор, 2009. – 335 с.

207. ГОСТ 5901-87 Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли золы и металломагнитной примеси – [Введ. 01.01.1989]. – М. : Из-во стандартов, 1987. – 5 с.

208. ГОСТ 26670-91 Продукты пищевые. Методы культивирования микроорганизмов – [Введ. 01.01.1993]. – М. : Из-во стандартов, 1991. – 7 с.

209. ГОСТ 27543-87 Изделия кондитерские. Аппаратура, материалы, реактивы и питательные среды для микробиологических анализов – [Введ. 01.01.1989]. – М. : Из-во стандартов, 1987. – 9 с.

210. Шульга С.І., Шульга О.С. Органічна хімія. Практикум / С.І. Шульга, О.С. Шульга. – К.: НУХТ, 2013. – 440 с.

211. Тринеева О.В. та ін. Идентификация органических кислот методом ТСХ в извлечениях из растительных объектов / О.В. Тринеева, И.И. Сафонова, Е.Ф. Сафонова // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2013. – Вип. 6. – с. 896–901.

212. Смойловська Г.П. Дослідження якісного складу та кількісного вмісту карбонових кислот у листі *Urtica dioica* L. / Г.П. Смойловська // Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. – 2015. – Вип. 3. – с. 48–51.

213. Горальчук А.Б. та ін. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик: навчальний посібник / А.Б. Горальчук, П.П. Пивоваров, О.О. Гринченко, М.І. Погожих. – Харків: 2006. – 63 с.

214. Фролова Н.Е. Основы конструирования новых пищевых продуктов. Курс лекцій для студентів спец. 6091700 “Технологія харчових продуктів оздоровчого та профілактичного призначення” ден.форми навч. / Н.Е. Фролова. – К.: НУХТ, 2010. – 207 с.

215. Зубар Н.М. Основы физиологии та гігієни харчування. Підручник / Н.М. Зубар. – К.: Центр учбо вої літератури, 2010. – 336 с.

216. Зубар Н.М. та ін. Физиология харчування. Практикум / Н.М. Зубар, Ю.В. Руль, М.К. Булгакова. – К.: Центр учбової літератури, 2013. – 208 с.

217. Лоусон Ч., Хенсон Р. Численное решение задач методом наименьших квадратов / Ч. Лоусон, Р. Хенсон. – Москва: Наука, 1986. – 232 с.

218. Кобзарь Л.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / Л.И. Кобзарь. – Москва: Физматлит, 2006. – 814 с.

219. Гладков Л.А. та ін. Генетические алгоритмы: Учебное пособие / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. – Москва: Физматлит, 2006. – 320 с.

220. Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория / М. Интрилигатор. – М.: «Прогресс», 1975. – 607 с.

221. Нейман Д. фон, Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение / Д. фон Нейман, О. Моргенштерн. – М.: Наука, 1970. – 708 с.

222. Наследов А.Д. SPSS 19. Профессиональный статистический анализ данных / А.Д. Наследов. – СПб.: Питер, 2011. – 399 с.

223. Коротун О.П., Власик Л.І. Гігієнічна оцінка протекторних властивостей настоянки ехінацеї пурпурової за умов комбінованого впливу диметоату та нітрату натрію / О.П. Коротун, Л.І. Власик // Сучасні проблеми токсикології. – 2011. – Вип. 5. – с. 58–59.

224. Дубковецький І.В. та ін. Дослідження процесу конвективного сушіння глоду / І.В. Дубковецький, І.Ф. Малежик, Я.В. Євчук // Харчова промисловість. – 2012. – Вип. 2. – с. 42–47.

225. Дьякова Ю.В., Орлова Н.П. С - вітамінність баклажанових снєків / Ю.В. Дьякова, Н.П. Орлова // Товари і ринки. – 2014. – Вип. 1. – с. 75–83.

226. Кузнєцова І.В. Конвективне сушіння листків стевії у її післязбиральній обробці / І.В. Кузнєцова // Цукрові буряки. – 2014. – Вип. 4. – с. 17–19.

227. Павлюк Р.Ю. та ін. Основи харчових технологій: навчальний посібник / Р.Ю. Павлюк, В.В. Погарська, Т.С. Маціпура, Н.В. Коробець. – Харків: 2016. – 152 с.

228. Погожих М.І., Пак А.О. Енергоєфективні способи переробки

харчової сировини: сушіння плодово-ягідної сировини / М.І. Погожих, А.О. Пак. – Х.: 2015. – 159 с.

229. Бородіна Н.В., Ковальов В.М. Кількісне визначення фенольних сполук *Populus tremula* L. / Н.В. Бородіна, В.М. Ковальов // Фармаком. – 2004. – Вип. 1. – с. 1–4.

230. Гайдай І.В. Фенольні сполуки продуктів переробки плодів дерену / І.В. Гайдай // Товари і ринки. – 2012. – Вип. 1. – с. 110–116.

231. Романюк Б.П. та ін. Лікарські рослини та їх сировина, які містять сапоніни / Б.П. Романюк, В.М. Фролов, А.Я. Соцька // Проблеми екологічної та медичної генетики та клінічної імунології. – 2011. – Вип. 5. – с. 107–120.

232. Єжель І.М. Алелопатична активність сапонінів *Rhododendron Luteum Sweet* / І.М. Єжель // *Modern Phytomorphology*. – 2013. – Вип. 4. – с. 367–370.

233. Єжель І.М. Гемолітична активність сапонінів *Rhododendron Luteum Sweet* / І.М. Єжель // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2013. – Вип. 31. – с. 38–40.

234. Федосеева Л.М., Малолеткина Т.С. Изучение и сравнительная оценка липофильных веществ зеленых, красных и черных листьев бадана толстолистного, произрастающего на Алтае / Л.М. Федосеева, Т.С. Малолеткина // Химия растительного сырья. – 1999. – Вип. 2. – с. 113–117.

235. Сімонова М.І. аротиноїди: будова, властивості та біологічна дія / М.І. Сімонова // Біологічні студії. – 2010. – Вип. 2. – с. 159–170.

236. Карпюк У.В., Кисличенко В.С. Дослідження ліпофільного екстракту надземної частини сої щетинистої / У.В. Карпюк, В.С. Кисличенко // Український медичний альманах. – 2010. – Вип. 4. – с. 93–95.

237. Дубініна А.А. та ін. Товарознавство продуктів функціонального призначення: навчальний посібник / А.А. Дубініна, Т.М. Летута, М.О. Янчева. – Харків: 2015. – 189 с.

238. Гулевич А.Л. та ін. Экстракционные методы разделения и концентрирования веществ / А.Л. Гулевич, С.М. Лещев, Е.М. Рахманько. –

Минск: БГУ, 2009. – 1–153 с.

239. Шалата В.Я., Сур С.В. Вивчення технологічних властивостей багатокомпонентної лікарської рослинної сировини / В.Я. Шалата, С.В. Сур // Запорожский медицинский журнал. – 2012. – Вип. 2. – с. 111–115.

240. Гарна С.В. та ін. Оптимізація технології екстракції ліпофільних комплексів з лікарської рослинної сировини. (Повідомлення III). Подрібнення рослинної сировини та оцінка її якості для екстрагування / С.В. Гарна, П.П. Ветров, О.І. Русинов, В.А. Георгіянц // Запорожский медицинский журнал. – 2011. – Вип. 1. – с. 55–57.

241. Самойленко М.Г. та ін. Одержання пектиновмісних речовин з певним ступенем етерефікації / М.Г. Самойленко, Л.О. Яковенко, В.В. Трачевський // Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2011. – Вип. 1. – с. 117–120.

242. Москалюк І.В. Спосіб отримання пектинового екстракту з відходів рослинної сировини / І.В. Москалюк // Аграрний вісник Причорномор'я. – 2009. – Вип. 48. – с. 3–8.

243. Корнільєв Г.В., Єжов В.М. Накопичення пектинових речовин у плодах і листках нектарина у процесі вегетації / Г.В. Корнільєв, В.М. Єжов // Вісник львівського університету. Серія біологічна. – 2010. – Вип. 52. – с. 172–178.

244. Зотова І.О., Сукманов В.О. Раціональні параметри дії високого тиску для одержання яблучного пектину / І.О. Зотова, В.О. Сукманов // Праці ТДАТУ. – 2012. – с. 3–10.

245. Рибак Л.М. та ін. Дослідження кількісного вмісту полісахаридних фракцій трави різних видів роду *Geranium L.* / Л.М. Рибак, О.Ю. Коновалова, Т.В. Ковальчук // Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. – 2011. – Вип. 2. – с. 4–6.

246. Досон Р. та ін. Справочник биохимика / Р. Досон, Д. Эллиот, У. Эллиот, К. Джонс. – Москва: 1991. – 544 с.

247. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия / Т.Т. Березов,

Б.Ф. Коровкин. – Москва: 1998. – 704 с.

248. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е. Гмурман. – Москва: Высшая школа, 2004. – 479 с.

249. Линник Ю.В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений / Ю.В. Линник. – М.: 1958. – 336 с.

250. Дмитрієвський Д.І. Технологія лікарських препаратів промислового виробництва / Д.І. Дмитрієвський. – Вінниця: 2008. – 280 с.

251. Павлюк Р.Ю. та ін. Товароведение и инновационные технологии переработки растительного сырья: учебное пособие / Р.Ю. Павлюк, В.В. Погарская, В.В. Яницкий[та ін.]. – Харьков: 2013. – 429 с.

252. Українець А.І., Сімахіна Г.О. Технологія оздоровчих харчових продуктів. Курс лекцій за напрямом “Харчова технологія та інженерія” / А.І. Українець, Г.О. Сімахіна. – К.: 2009. – 310 с.

253. Капрельянц Л.В., Іоргачова К.Г. Функціональні продукти. Монографія / Л.В. Капрельянц, К.Г. Іоргачова. – Одеса: 2003. – 312 с.

254. Цыганенко О.И. та ін. Разработка компьютерной информационной технологии “Анализ питания спортсменов” / О.И. Цыганенко, Н.И. Ящур, Н.А. Складорова, Л.Ф. Оксамытная // Наука в олимпийском спорте. – 2010. – Вип. 2. – с. 87–92.

255. Усиченко В.В., Бишевец Н.І. Досвід використання баз даних при розробці комп'ютерної програми “Атлет” для спортсменів, які спеціалізуються з бодибілдінгу / В.В. Усиченко, Н.І. Бишевец // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2010. – Вип. 3. – с. 67–70.

256. Цыганенко О.И. та ін. Оценка фактического питания женщин, занимающихся фитнесом, программы «Олимп» / О.И. Цыганенко, Н.А. Складорова, Л.Ф. Оксамытная // Спортивна медицина. – 2012. – Вип. 1. – с. 84–86.

257. Фус С.В., Ящур М.Й. Оцінка харчування спортсменок — гімнасток високої кваліфікації з використанням комп'ютеризованої інформаційної

програми “Аналіз харчування спортсменів” / С.В. Фус, М.Й. Ящур // Спортивна медицина. – 2010. – Вип. 1–2. – с. 113–119.

258. Ящур М.Й. Розробка інформаційної технології “Тест раціонального харчування” для оцінки фактичного харчування спортсменів та його корекції / М.Й. Ящур // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2009. – Вип. 2. – с. 112–116.

259. Поняття якості програмного засобу [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://mu.od.ua/ponyattya-yakosti-programnogo-zasobu.html>.

260. Software Engineering - Product Quality, {ISO/IEC} 9126-1 / 2001.

261. Майо Д. Microsoft Visual Studio 2010. Самоучитель / Д. Майо. – М.: БХВ-Петербург, 2010.

262. Хейлсберг А. та ін. Язык программирования C#. Классика / А. Хейлсберг, М. Торгерсен, С. Вилтамут, П. Голд. – СПб.: «Питер», 2012.

263. Шилдт Г. C# 4.0: полное руководство / Г. Шилдт. – М.: «Вильямс», 2010.

264. Бегг К., Коннолли Т. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика / К. Бегг, Т. Коннолли. – Москва: Вильямс, 2003.

265. Дейт К.Д. Введение в системы баз данных. 8-е издание / К.Д. Дейт. – Киев: Вильямс, 2005.

ДОДАТКИ

Шаблон анкети для проведення опитування спортсменів силових видів спорту
щодо вибору ними харчових продуктів спеціального призначення

АНКЕТА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ
ОПИТУВАННЯ СПОРТСМЕНІВ-
ВАЖКОАТЛЕТІВ ЩОДО ВИБОРУ
НИМИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ
СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ



1. ВІК

2. СТАТЬ

3. ЧИ ВЖИВАЄТЕ ВИ ПРОДУКТИ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ

- a) так
- b) ні

4. ЯК ЧАСТО ВИ СПОЖИВАЄТЕ ПРОДУКТИ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ?

- a) Щоразу перед тренуванням
- b) Тільки в передзмагальний період
- c) Раз в місяць
- d) Раз в рік

5. ЯКИМ ВИРОБНИКАМ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ ВИ НАДАЄТЕ ПЕРЕВАГУ?

- a) Вітчизняним
- b) Закордонним

6. СКІЛЬКИ ГРОШЕЙ НА МІСЯЦЬ ВИ ВИТРАЧАЄТЕ НА ПРОДУКТИ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ?

- a) 100-200 грн
- b) 200-500 грн
- c) 500-700 грн
- d) 700-1000 грн

7. ЯКИЙ ЕФЕКТ ВИ СПОДІВАЄТЕСЬ ОТРИМАТИ ВІД СПОЖИВАННЯ ПРОДУКТІВ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ?

- a) Збільшення частки м'язової тканини
- b) Накопичення енергетичних ресурсів організму з метою швидкого їх вивільнення в екстремальних умовах змагального періоду
- c) Корекція маси тіла
- d) Імуномоделююча дія
- e) Загальний позитивний ефект

8. ЯКИМ ДЖЕРЕЛОМ ІНФОРМАЦІЇ ВИ КОРИСТУЄТЕСЬ ПРИ ВИБОРІ ПРОДУКТІВ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ

- a) Порада тренера
- b) Порада друзів та знайомих
- c) Інтернет
- d) Спеціалізовані магазини
- e) Мас-медіа

9. ЯКУ З КЛАСИФІКАЦІЙНИХ ОЗНАК ПРОДУКТІВ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ ВИ ВВАЖАЄТЕ НАЙБІЛЬШ ВАГОМОЮ?

- a) Хімічний склад
- b) Призначення
- c) Енергетична цінність
- d) Фізіологічна дія

10. ЯКИМ КРИТЕРІЄМ ВИ НАДАЄТЕ ПЕРЕВАГУ ПІД ЧАС ВИБОРУ ПРОДУКТІВ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ?

- a) Зручність споживання
- b) Безпечність
- c) Натуральність
- d) Ціна
- e) Ефективність

11. ЯКІ ПРОДУКТИ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ, НА ВАШ ПОГЛЯД, Є ДОЦІЛЬНИМИ У СПОЖИВАННІ?

- a) Традиційні харчові продукти, що збагачені натуральними інгредієнтами
- b) У вигляді харчових добавок (порошки, таблетки тощо)

12. ЯКІ ГРУПИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ, НА ВАШ ПОГЛЯД, Є НАЙКРАЩИМИ ДЛЯ ЗБАГАЧЕННЯ?

- a) Хлібобулочні вироби
- b) Борошняні кондитерські вироби
- c) Молочні продукти
- d) М'ясо-рибні продукти
- e) Желейно-мармеладні вироби
- f) Карамельні вироби
- g) Напої
- h) Батончики

Додаток Б

Технологічні карти на фітокомпозицію «Антистрес», водний і водно-спиртовий екстракти на її основі

ЗАТВЕРДЖЕНО



**ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА №1
ФІТОКОМПОЗИЦІЯ «АНТИСТРЕС»**

| № з/п | Сировина | Витрати сировини, г на 1 кг готової суміші | | Технологічні вимоги до якості сировини |
|-------|---------------------|--|-------|--|
| | | брутто | нетто | |
| 1. | Гінкго білоба | 402 | 402 | |
| 2. | Ехінацея пурпурова | 201 | 201 | ДФУ |
| 3. | Аралія маньчжурська | 201 | 201 | ДФУ |
| 4. | Елеутерокок колючий | 201 | 201 | ДФУ |
| | Разом | 1005 | 1005 | |
| | Вихід | 1000 | 1000 | |

Технологічні параметри рецептури

| № | Вид втрат | Нормативне значення, % | Інтервал припустимих значень, % |
|----|------------------|------------------------|---------------------------------|
| 1. | Виробничі втрати | 0,5 | ± 0,1 |

ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ

Сушіння рослинної сировини. Листки рослинної сировини сортують за якістю, промивають, просушують і піддають конвективному сушінню за таких режимів: температура 40 °С, тривалість: для гінкго білоба 111 с, аралії маньчжурської 90 с, ехінацеї пурпурової 81 с, елеутерокококу колючого 99 с.

Приготування рецептурної суміші. Надалі подрібнюють висушену рослинну сировину до розміру частинок 1...2 мм. Подрібнену рослинну сировину просіюють через сито з розміром комірок не більше 2 мм.

Наступним етапом є кунажування компонентів композиції, фасування і вакуумне пакування.

Отримана фітокомпозиція «Антистрес» в вакуумному пакуванні зберігається 1 рік при температурі $(18 \pm 3)^\circ\text{C}$ і відносній вологості повітря 65...70 %.

Органолептичні показники якості фітокомпозиції «Антистрес»

| Показник | Характеристика |
|------------------|---|
| Зовнішній вигляд | Однорідна сипка маса |
| Колір | Темно-зелений, з болотяним відтінком |
| Запах | Яскраво виражений, властивий для висушеної рослинної сировини, зі слабо вираженим кислувато-свіжим ароматом |
| Смак | Гіркуватий, з кислінкою, властивий для висушеної рослинної сировини, залишає гіркий післясмак |
| Консистенція | Порошкоподібна однорідна |

Харчова цінність виробу:

білки – 7,4; жири – 0,9; вуглеводи – 8,6
енергетична цінність 72 ккал

Карту склав:

технолог
/посада/

О.Ф.
/підпис/

Ройко О.М.
/прізвище, ім'я та по батькові/

Технічний експерт:

Л.В.
/підпис/

Дресинська Л.В.
/прізвище, ім'я та по батькові/

ЗАТВЕРДЖЕНО



Директор з наукової роботи НУХТ,
професор

О. Ю. Шевченко

13.06. 20 19 р.

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА №2
ВОДНИЙ ЕКСТРАКТ
ФІТОКОМПОЗИЦІЇ «АНТИСТРЕС»

| № з/п | Найменування сировини | Витрати сировини, г на 1 кг готової суміші | | Технологічні вимоги до якості сировини |
|-------|----------------------------|--|--------|--|
| | | брутто | нетто | |
| 1. | Фітокомпозиція «Антистрес» | 14,5 | 14,1 | ТК№1 |
| 2. | Вода | 1054,5 | 1054,5 | ДСТУ 7525:2014 |
| 3. | Разом | 1069,0 | 1068,6 | |
| 4. | Вихід | | 1000,0 | |

Технологічні параметри рецептури

| № | Вид втрат | Нормативне значення, % | Інтервал припустимих значень, % |
|----|------------------|------------------------|---------------------------------|
| 1. | Виробничі втрати | 0,5 | ± 0,1 |
| 2. | Теплові втрати | 6,0 | ± 0,5 |

ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ

Фітокомпозицію «Антистрес» поміщають у посудину (настійник), заливають водою, перемішують та залишають для настоювання впродовж 85 хв. Далі відокремлюють осад від надосадової рідини за допомогою фільтра і проводять повторне екстрагування.

Отримані екстракти об'єднують, відфільтровують.

За необхідності водний екстракт зберігають у добре закупореному посуді в захищеному від світла місці при температурі (+8...10)° С впродовж 3 доби.

**Органолептичні показники якості водного екстракту фітокомпозиції
«Антистрес»**

| Показник | Характеристика екстрактів |
|------------------|-------------------------------------|
| Зовнішній вигляд | Однорідна нев'язка рідина |
| Колір | світло-коричневий, прозорий |
| Запах | виражений трав'яний аромат |
| Смак | злегка в'яжучий, з легкою гірчинкою |
| Консистенція | Рідка нев'язка |

Харчова цінність виробу:

білки – 0,5; жири – 0,0; вуглеводи – 3,2

енергетична цінність 15 ккал

Карту склав:

технолог
/посада/

О. М.
/підпис/

Ройко О.М.
/прізвище, ім'я та по батькові/

Технічний експерт:

Л. С.
/підпис/

Лисенко І. П.
/прізвище, ім'я та по батькові/

ЗАТВЕРДЖЕНО


 Директор наукової роботи НУХТ,
 професор

О. Ю. Шевченко

20 19 р.

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА №3
 ВОДНО-СПИРТОВИЙ ЕКСТРАКТ
 ФІТОКОМПОЗИЦІЇ «АНТИСТРЕС»

| № з/п | Найменування сировини | Витрати сировини, г на 1 кг готової суміші | | Технологічні вимоги до якості сировини |
|-------|----------------------------|--|--------|--|
| | | брутто | нетто | |
| 1. | Фітокомпозиція «Антистрес» | 14,0 | 13,6 | ТК№1 |
| 2. | 50%-вий розчин спирту | 1020,0 | 1020,0 | ДСТУ 7525:2014 |
| 3. | Разом | 1034,0 | 1033,6 | |
| 4. | Вихід | - | 1000,0 | |

Технологічні параметри рецептури

| № | Вид втрат | Нормативне значення, % | Інтервал припустимих значень, % |
|----|------------------|------------------------|---------------------------------|
| 1. | Виробничі втрати | 0,5 | ± 0,1 |
| 2. | Теплові втрати | 2,7 | ± 0,5 |

ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ

Фітокомпозицію «Антистрес» поміщають у посудину (настійник), заливають 50%-вим розчином спирту, перемішують та залишають для настоювання впродовж 85 хв. Далі відокремлюють осад від надосадової рідини за допомогою фільтра і проводять повторне екстрагування.

Отримані екстракти об'єднують, відфільтровують.

За необхідності водний екстракт зберігають у добре закупореному посуді в захищеному від світла місці при температурі (+8...10)° С впродовж 7 діб.

**Органолептичні показники якості водно-спиртового екстракту
фітокомпозиції «Антистрес»**

| Показник | Характеристика екстрактів |
|------------------|-----------------------------|
| Зовнішній вигляд | Однорідна нев'язка рідина |
| Колір | світло-зелений, прозорий |
| Запах | яскраво виражений спиртовий |
| Смак | з легкою гірчинкою |
| Консистенція | Рідка нев'язка |

Харчова цінність виробу:

білки – 2,1; жири – 0,0; вуглеводи – 4,2
енергетична цінність 25 ккал

Карту склав: технолог
/посада/

О. ф.
/підпис/

Рейко О.М.
/прізвище, ім'я та по батькові/

Технічний експерт:

Л. О.
/підпис/

Гресько Л.О.
/прізвище, ім'я та по батькові/

Додаток В

Патент на винахід «Спосіб одержання фітоекстракту адаптогенної дії» та корисні моделі «Функціональна фітокомпозиція “антистрес” для спеціальних харчових продуктів спортивного харчування» та «Спосіб одержання фітоекстракту адаптогенної дії»



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **110576** (13) **C2**

(51) МПК

A61K 36/25 (2006.01)**A61K 36/28** (2006.01)**A61K 36/254** (2006.01)**A23L 1/30** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

| | |
|--|---|
| <p>(21) Номер заявки: а 2014 12740</p> <p>(22) Дата подання заявки: 27.11.2014</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 12.01.2016</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 25.05.2015, Бюл.№ 10</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 12.01.2016, Бюл.№ 1</p> | <p>(72) Винахідник(и): Стешенко Ольга Михайлівна (UA), Арсеньова Лариса Юрївна (UA), Паламарчук Олена Павлівна (UA)</p> <p>(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Володимирська, 68, м. Київ, 01601 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 49851 U, 11.05.2010 UA 16310 U, 15.08.2006 RU 2321264 C1, 10.04.2008 RU 2124558 C1, 10.01.1999 RU 2113139 C1, 20.06.1998 NL 1016519 C1, abstract, 07.05.2001 KR 20040003393 A, abstract, 13.01.2004</p> |
|--|---|

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ ФІТОЕКСТРАКТУ АДАПТОГЕННОЇ ДІЇ**(57) Реферат:**

Винахід належить до способу одержання фітоекстракту адаптогенної дії. Здійснюють спосіб шляхом чотирикратної екстракції сухої рослинної сировини (листки аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової, елеутерококу колючого та гінкго дволопатевого) з розміром частинок 1-2 мм 45-50 % розчином етанолу протягом 45-50 хв. при співвідношенні сировина:екстрагент 1:(73-75), після чого осад відділяють від надосадової рідини.

UA 110576 C2

UA 110576 C2

Винахід належить до харчової промисловості, а саме до способів отримання рідких фітоекстрактів біологічно активних речовин (БАР) адаптогенної дії з метою внесення до рецептури спеціальних харчових продуктів функціонального призначення.

5 Рослинна сировина є багатим джерелом БАР широкого спектра фізіологічної дії, зокрема фенольних сполук, які, власне, і проявляють адаптогенні властивості. Використання екстрактів рослинної сировини у технології продуктів функціонального призначення має ряд переваг у порівнянні з використанням комплексів БАР, які мають синтетичне походження, до яких відносять: м'якість терапевтичної дії, практична відсутність побічних ефектів, гіпоалергенність, придатність до тривалого вживання без виникнення звикання тощо.

10 Відомо багато способів одержання фітоекстрактів БАР адаптогенної дії з різних частин рослин.

Прототипом запропонованого способу одержання екстракту БАР адаптогенної дії є спосіб одержання засобу з антимікробною та імуностимулюючою активністю який передбачає [патент України на винахід № 85927, кл. А61К 36/28, бюл. № 5, 2009 р.] екстракцію листя або коріння лопуха великого 40 % спиртом етиловим при співвідношенні сировина екстрагент 1:12-1:20, протягом 12 годин при 3-4-кратній екстракції сировини.

Недоліком запропонованого способу є низький вихід діючих речовин, що не зможе забезпечити належної фізіологічної активності, використання жорстких режимів упарювання надосадової рідини, що призводить до зниження вмісту БАР у екстракті, а також дуже широкий діапазон фізіологічної дії.

Задачею винаходу є розроблення способу отримання фітоекстракту адаптогенної дії шляхом 4-кратної екстракції сухої рослинної сировини 45-50 % етиловим спиртом при заданих умовах. Отриманий екстракт може бути використаний як функціональний компонент спеціальних харчових продуктів для людей які піддаються посиленому впливу фізичних, інформаційних та психоемоційних навантажень, зокрема спортсменів.

25 Поставлена задача вирішується тим, що спосіб одержання фітоекстракту адаптогенної дії здійснюють шляхом чотирикратної екстракції сухої рослинної сировини з розміром частинок 1-2 мм 45-50 % розчином етанолу протягом 45-50 хв. при співвідношенні сировина:екстрагент 1:(73-75) та відділення осаду від надосадової рідини.

30 Згідно з винаходом як рослинну сировину використовують листки аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової, елеутерокожу колючого та гінго дволопатевого, сировину перед екстрагуванням подрібнюють до розміру частинок 1-2 мм та екстрагують 45-50 % розчином етилового спирту у співвідношенні рослинна сировина:етиловий спирт 1:(73-75) та загальній тривалості 45-50 хв.

35 Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками та очікуваним технічним результатом полягає у наступному.

Заявлений спосіб одержання передбачає використання як рослинної сировини листків аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової, елеутерокожу колючого та гінго дволопатевого.

40 Рецептурні компоненти фітосуміші збалансовані за органолептичними та фізіологічними властивостями, підсилюють адаптогенний ефект один одного. Вони малотоксичні та нешкідливі у терапевтичних дозуваннях.

45 Всі параметри заявленого способу визначено експериментальним шляхом з урахуванням біологічної активності одержаних комплексів, ефективності, доступності та нешкідливості реактивів. Для проведення дослідження рослинну сировину висушували до повітряно-сухого стану, подрібнювали, змішували у відповідних пропорціях і готували з неї екстракти, змінюючи основні параметри, після чого визначали в них вміст основних груп діючих речовин. В зв'язку з тим, що найбільш сильний адаптогенний ефект проявляють різні групи фенольних сполук, то саме їх кількість в екстракті вибрано за критерій оптимальності

50 У таблиці 1 наведено експериментальні дані залежності виходу фенольних сполук від дисперсності рослинної сировини.

Таблиця 1

Вибір оптимальної дисперсності рослинної сировини в залежності від виходу фенольних сполук

| № п/п | Дисперсність, мм | Вихід фенольних сполук, % |
|-------|------------------|---------------------------|
| 1 | >7 | 5,06 |
| 2 | 5-7 | 6,34 |
| 3 | 3-5 | 6,94 |
| 4 | 2-3 | 7,45 |

UA 110576 C2

| | | |
|---|---------|------|
| 5 | 1-2 | 8,04 |
| 6 | 0,5-1 | 7,52 |
| 7 | 0,1-0,5 | 7,04 |
| 8 | >0,1 | 5,89 |

Дані таблиці 1 свідчать, що максимальне вилучення фенольних речовин досягається при подрібненні сировини до розміру частинок 1-2 мм.

Неочевидним є той факт, що зменшення дисперсності призводить до зниження виходу діючих речовин.

Фізіологічна дія екстрактів, одержаних з рослинної сировини, залежить від багатьох чинників, в тому числі від селективності екстрагенту, тобто його здатності розчинити у собі і вилучити з сировини певний комплекс БАР. Різні види екстрагентів забезпечують одержання з однієї рослинної сировини БАР, які можуть різнитися за складом речовин та ступенем їх фізіологічної активності. Вибір в ролі екстрагента водноспиртових сумішей зумовлений тим, що вони мають високу екстрагуючу здатність по відношенню до БАР рослинної сировини та, окрім того, є одними з найдоступніших та найбільш екологічно чистих реактивів. Вибір води очищеної в якості екстрагента зумовлено тим, що спиртові екстракти не можна використовувати для таких груп населення як діти, вагітні та годуючі матері, особи певних професій (спортсмени, водії тощо), а також виходячи з вартості та екологічної безпеки екстрагента. Експериментальні дані з вибору виду екстрагенту наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Вплив природи екстрагенту на повноту екстракції фенольних сполук

| № п/п | Екстрагент | Вихід фенольних сполук, % |
|-------|--------------|---------------------------|
| 1. | Вода очищена | 7,94 |
| 2 | 96 % етанол | 3,26 |
| 3 | 70 % етанол | 9,06 |
| 4 | 50 % етанол | 10,62 |
| 5 | 30 % етанол | 8,11 |

Аналізуючи дані табл. 2 можна зробити висновок, що найкращим екстрагентом є 45-50 % етанол, за таких умов екстракції вилучається 10,62 % фенольних речовин. Зміна концентрації спирту (підвищення та зниження) на 20 % призводить до зниження кількості вилучених фенольних речовин на 14,7 % та 23,6 % відповідно.

Час екстракції також суттєво впливає на вихід кінцевого продукту. Експериментальні дані з вибору тривалості процесу екстракції наведені у таблиці 3.

Таблиця 3

Вплив тривалості екстрагування на вихід фенольних сполук

| № п/п | Тривалість екстрагування, хв | Вихід фенольних сполук, % |
|-------|------------------------------|---------------------------|
| 1 | 15 | 10,14 |
| 2 | 30 | 10,62 |
| 3 | 45 | 11,82 |
| 4 | 60 | 11,74 |
| 5 | 90 | 11,80 |

При екстрагуванні суміші 45-50 % етанолом максимальний вихід фенольних сполук досягається на 45 хв екстрагування і становить 11,82 %. Зниження тривалості екстрагування до 30 хв знижує вихід фенольних речовин на 11,2 %. Збільшення тривалості екстрагування призводить до незначного зниження виходу фенольних сполук, яке становить 0,7 %.

Вибір співвідношення сировина:екстрагент було здійснено експериментальним шляхом, при екстрагуванні рослинної сировини з розміром частинок 1-2 мм 45-50 % етиловим спиртом протягом 45-50 хв. Результати дослідів наведені у таблиці 4.

UA 110576 C2

Таблиця 4

Вплив співвідношення рослинна сировина: екстрагент на повноту екстракції фенольних сполук

| № п/п | Співвідношення між сировиною та екстрагентом | Вихід фенольних сполук, % |
|-------|--|---------------------------|
| 1 | 1:10 | 3,87 |
| 2 | 1:15 | 5,97 |
| 3 | 1:20 | 7,45 |
| 4 | 1:30 | 8,44 |
| 5 | 1:50 | 9,63 |
| 6 | 1:70 | 11,82 |
| 7 | 1:75 | 11,96 |

Аналіз даних табл. 4, дає можливість зробити очевидний висновок, що вихід фенольних сполук пропорційно збільшується зі збільшенням співвідношення сировина:екстрагент. Оптимальним співвідношенням є 1:(73-75). Подальше розведення проводити недоцільно, оскільки це призведе до низького вмісту сухих речовин в екстракті та витрат екстрагенту.

Кратність екстракції, необхідну для максимального виділення діючих речовин з рослинної сировини, встановлювали враховуючи всі вищепераховані оптимальні умови. Дослідження кількісного вмісту фенольних сполук проводили в витяжках із окремих наважок сировини після однієї, двох, трьох та чотирьох екстракцій. Експериментальні дані наведені у таблиці 5.

Таблиця 5

Вплив кратності екстрагування на вихід фенольних сполук

| №п/п | Кратність екстрагування | Вихід фенольних сполук, % |
|------|-------------------------|---------------------------|
| 1 | 1 | 11,82 |
| 2 | 2 | 13,66 |
| 3 | 3 | 14,13 |
| 4 | 4 | 14,38 |

Як видно з табл. 5 найбільш ефективним є 4-кратне екстрагування, при цьому вилучається 14,38 % фенольних сполук. Подальше екстрагування є економічно недоцільним через значні витрати екстрагенту.

Заявлений спосіб здійснюють наступним чином. Листки аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової, елеутерококу колючого та гінго дволопатевого мийть, висушують до повітряно-сухого стану, подрібнюють до розміру частинок 1-2 мм, піддають 4-кратній екстракції 45-50 % розчином етилового спирту у співвідношенні рослинна сировина:етиловий спирт 1:(73-75) та загальної тривалості 45-50 хв та відділяють осад від надосадової рідини.

Винахід ілюструється прикладами.

Приклад 1

1 кг суміші листків аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової, елеутерококу колючого та гінго дволопатевого подрібнюють до розміру частинок 1-2 мм та двічі екстрагують 70-75 % спиртом етиловим при співвідношенні сировина:екстрагент 1:(50:55) протягом 55-60 хв. Сумарний вміст фенольних сполук в екстракті становить 9,26 %

Приклад 2

1 кг суміші листків аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової, елеутерококу колючого та гінго дволопатевого подрібнюють до розміру частинок 2-3 мм та тричі екстрагують 30-35 % спиртом етиловим при співвідношенні сировина і екстрагент 1:(30:40) протягом 90 хв. Сумарний вміст фенольних сполук в екстракті становить 8,77 %

Приклад 3

1 кг суміші листків аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової, елеутерококу колючого та гінго дволопатевого подрібнюють до розміру частинок 1-2 мм та піддають 4-кратній екстракції 45-50 % етиловим спиртом при співвідношенні сировина і екстрагент 1:(73-75) протягом 45-50 хв. Сумарний вміст фенольних сполук в екстракті становить 14,38 %

UA 110576 C2

З наведених прикладів можна зробити висновок, що умови екстрагування, наведені у прикладі 3, є найбільш раціональними для одержання фітоекстракту з максимальним вилученням фенольних сполук.

- 5 Технічний результат полягає в одержанні фітоекстракту адаптогенної дії з високим вмістом фенольних сполук, який може використовуватись як функціональна добавка спеціальних продуктів функціонального призначення для спортсменів.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

- 10 Спосіб одержання фітоекстракту адаптогенної дії, який включає 4-кратне екстрагування сухої рослинної сировини спиртом етиловим та відділення осаду від надосадової рідини, який **відрізняється** тим, що як рослинну сировину використовують листки аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової, елеутерококу колючого та гінго дволопатевого, сировину перед екстрагуванням подрібнюють до розміру частинок 1-2 мм та екстрагують 45-50 % розчином етилового спирту у співвідношенні рослинна сировина:етиловий спирт 1:(73-75) та загальній тривалості 45-50 хв.
- 15

Комп'ютерна верстка І. Скорцова

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСГП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **98029** (13) **U**
(51) МПК
A61K 36/28 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

| | |
|--|---|
| (21) Номер заявки: u 2014 12744 | (72) Винахідник(и): Стешенко Ольга Михайлівна (UA), Арсеньова Лариса Юрївна (UA), Паламарчук Олена Павлівна (UA) |
| (22) Дата подання заявки: 27.11.2014 | (73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Володимирська, 68, м. Київ-33, 01601 (UA) |
| (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.04.2015 | |
| (46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.04.2015, Бюл.№ 7 | |

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ ФІТОЕКСТРАКТУ АДАПТОГЕННОЇ ДІЇ

(57) Реферат:

Спосіб одержання фітоекстракту адаптогенної дії включає 4-кратне екстрагування сухої рослинної сировини спиртом етиловим та відділення осаду від надосадової рідини. Як рослинну сировину використовують листки аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової, елеутерококу колючого та гінкго дволопатевого. Сировину перед екстрагуванням подрібнюють до розміру частинок 1-2 мм та екстрагують 45-50 % розчином етилового спирту у співвідношенні рослинна сировина:етиловий спирт 1:(73-75) та загальній тривалості 45-50 хв.

UA 98029 U

UA 98029 U

Корисна модель належить до харчової промисловості, а саме до способів отримання рідких фітоекстрактів біологічно активних речовин (БАР) адаптогенної дії з метою внесення до рецептури спеціальних харчових продуктів функціонального призначення.

5 Рослинна сировина є багатим джерелом БАР широкого спектра фізіологічної дії, зокрема фенольних сполук, які власне, і проявляють адаптогенні властивості. Використання екстрактів рослинної сировини у технології продуктів функціонального призначення має ряд переваг у порівнянні з використанням комплексів БАР, які мають синтетичне походження, до яких відносять: м'якість терапевтичної дії, практична відсутність побічних ефектів, гіпоалергенність, придатність до тривалого вживання без виникнення звикання тощо.

10 Відомо багато способів одержання фітоекстрактів БАР адаптогенної дії з різних частин рослин.

Найближчим аналогом запропонованого способу одержання екстракту БАР адаптогенної дії є спосіб одержання засобу з антимікробною та імуностимулюючою активністю, який передбачає [патент України на винахід №85927, кл. А61К 36/28, бюл. № 5, 2009р.] екстракцію листа або коріння лопуха великого 40 % спиртом етиловим при співвідношенні сировина екстрагент 1:12-1:20, протягом 12 годин при 3-4 кратній екстракції сировини.

Недоліком запропонованого способу є низький вихід діючих речовин, що не зможе забезпечити належної фізіологічної активності, використання жорстких режимів упарювання надосадової рідини, що призводить до зниження вмісту БАР у екстракті, а також дуже широкий діапазон фізіологічної дії.

20 Задачею корисної моделі є розроблення способу отримання фітоекстракту адаптогенної дії шляхом 4-кратної екстракції сухої рослинної сировини 45-50 % етиловим спиртом при заданих умовах. Отриманий екстракт може бути використаний як функціональний компонент спеціальних харчових продуктів для людей, які піддаються посиленому впливу фізичних, інформаційних та психоемоційних навантажень, зокрема спортсменів.

25 Поставлена задача вирішується тим, що спосіб одержання фітоекстракту адаптогенної дії здійснюють шляхом чотирикратної екстракції сухої рослинної сировини з розміром частинок 1-2 мм 45-50 % розчином етанолу протягом 45-50 хв. при співвідношенні сировина:екстрагент 1:(73-75) та відділення осаду від надосадової рідини.

30 Згідно з корисною моделлю, як рослинну сировину використовують листки аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової, елеутерококу колючого та гінго дволопатевого, сировину перед екстрагуванням подрібнюють до розміру частинок 1-2 мм та екстрагують 45-50 % розчином етилового спирту у співвідношенні рослинна сировина:етиловий спирт 1:(73-75) та загальної тривалості 45-50 хв.

35 Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками та очікуваним технічним результатом полягає у наступному.

Заявлений спосіб одержання передбачає використання як рослинної сировини листки аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової, елеутерококу колючого та гінго дволопатевого.

40 Рецептурні компоненти фітосуміші збалансовані за органолептичними та фізіологічними властивостями, підсилюють адаптогенний ефект один одного. Вони малотоксичні та нешкідливі у терапевтичних дозуваннях.

45 Всі параметри заявленого способу визначено експериментальним шляхом з урахуванням біологічної активності одержаних комплексів, ефективності, доступності та нешкідливості реактивів. Для проведення дослідження рослинну сировину висушували до повітряно-сухого стану, подрібнювали, змішували у відповідних пропорціях і готували з неї екстракти, змінюючи основні параметри, після чого визначали в них вміст основних груп діючих речовин. В зв'язку з тим, що найбільш сильний адаптогенний ефект проявляють різні групи фенольних сполук, то саме їх кількість в екстракті вибрано за критерій оптимальність

50 У таблиці 1 наведено експериментальні дані залежності виходу фенольних сполук від дисперсності рослинної сировини.

Таблиця 1

Вибір оптимальної дисперсності рослинної сировини в залежності від виходу фенольних сполук

| № п/п | Дисперсність, мм | Вихід фенольних сполук, % |
|-------|------------------|---------------------------|
| 1. | >7 | 5,06 |
| 2. | 5-7 | 6,34 |
| 3. | 3-5 | 6,94 |

UA 98029 U

Продовження таблиці 1

Вибір оптимальної дисперсності рослинної сировини в залежності від виходу фенольних сполук

| № п/п | Дисперсність, мм | Вихід фенольних сполук, % |
|-------|------------------|---------------------------|
| 4. | 2-3 | 7,45 |
| 5. | 1-2 | 8,04 |
| 6. | 0,5-1 | 7,52 |
| 7. | 0,1-0,5 | 7,04 |
| 8. | >0,1 | 5,89 |

Дані таблиці 1 свідчать, що максимальне вилучення фенольних речовин досягається при подрібненні сировини до розміру частинок 1-2 мм.

5 Неочевидним є той факт, що зменшення дисперсності призводить до зниження виходу діючих речовин.

10 Фізіологічна дія екстрактів, одержаних з рослинної сировини, залежить від багатьох чинників, в тому числі від селективності екстрагента, тобто його здатності розчиняти у собі і вилучати з сировини певний комплекс БАР. Різні види екстрагентів забезпечують одержання з однієї рослинної сировини БАР, які можуть різнитися за складом речовин та ступенем їх фізіологічної активності. Вибір в ролі екстрагента водно-спиртових сумішей зумовлений тим, що вони мають високу екстрагуючу здатність відносно до БАР рослинної сировини та, окрім того, є одними з найдоступніших та найбільш екологічно чистих реактивів. Вибір води очищеної як екстрагента зумовлено тим, що спиртові екстракти не можна використовувати для таких груп населення як діти, вагітні та годуючі матері, особи певних професій (спортсмени, водії тощо), а також виходячи з вартості та екологічної безпечності екстрагента. Експериментальні дані з вибору виду екстрагента наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Вплив природи екстрагенту на повноту екстракції фенольних сполук

| №п/п | Екстрагент | Вихід фенольних сполук, % |
|------|--------------|---------------------------|
| 1. | Вода очищена | 7,94 |
| 2. | 96 % етанол | 3,26 |
| 3. | 70 % етанол | 9,06 |
| 4. | 50 % етанол | 10,62 |
| 5. | 30 % етанол | 8,11 |

20 Аналізуючи дані табл. 2, можна зробити висновок, що найкращим екстрагентом є 45-50 % етанол, за таких умов екстракції вилучається 10,62 % фенольних речовин. Зміна концентрації спирту (підвищення та зниження) на 20 % призводить до зниження кількості вилучених фенольних речовин на 14,7 % та 23,6 % відповідно.

25 Час екстракції також суттєво впливає на вихід кінцевого продукту. Експериментальні дані з вибору тривалості процесу екстракції наведені у таблиці 3.

Таблиця 3

Вплив тривалості екстрагування на вихід фенольних сполук

| № п/п | Тривалість екстрагування, хв | Вихід фенольних сполук, % |
|-------|------------------------------|---------------------------|
| 1. | 15 | 10,14 |
| 2. | 30 | 10,62 |
| 3. | 45 | 11,82 |
| 4. | 60 | 11,74 |
| 5. | 90 | 11,80 |

При екстрагуванні суміші 45-50 % етанолом максимальний вихід фенольних сполук досягається на 45 хв екстрагування і становить 11,82 %. Зниження тривалості екстрагування до

UA 98029 U

30 хв знижує вихід фенольних речовин на 11,2 %. Збільшення тривалості екстрагування призводить до незначного зниження виходу фенольних сполук, яке становить 0,7 %.

- Вибір співвідношення сировина:екстрагент було здійснено експериментальним шляхом, при екстрагуванні рослинної сировини з розміром частинок 1-2мм 45-50 % етиловим спиртом протягом 45-50 хв. Результати дослідів наведені у таблиці 4.

Таблиця 4

Вплив співвідношення рослинна сировина: екстрагент на повноту екстракції фенольних сполук

| № п/п | Співвідношення між сировиною та екстрагентом | Вихід фенольних сполук, % |
|-------|--|---------------------------|
| 1. | 1:10 | 3,87 |
| 2. | 1:15 | 5,97 |
| 3. | 1:20 | 7,45 |
| 4. | 1:30 | 8,44 |
| 5. | 1:50 | 9,63 |
| 6. | 1:70 | 11,82 |
| 7. | 1:75 | 11,96 |

- Аналіз даних табл. 4 дає можливість зробити очевидний висновок, що вихід фенольних сполук пропорційно збільшується зі збільшенням співвідношення сировина:екстрагент. Оптимальним співвідношенням є 1:(73-75). Подальше розведення проводити недоцільно, оскільки це призведе до низького вмісту сухих речовин в екстракті та витрат екстрагенту.

- Кратність екстракції, необхідну для максимального виділення діючих речовин з рослинної сировини, встановлювали, враховуючи всі вищеперераховані оптимальні умови. Дослідження кількісного вмісту фенольних сполук проводили в витяжках із окремих наважок сировини після однієї, двох, трьох та чотирьох екстракцій. Експериментальні дані наведені у таблиці 5.

Таблиця 5

Вплив кратності екстрагування на вихід фенольних сполук

| № п/п | Кратність екстрагування | Вихід фенольних сполук, % |
|-------|-------------------------|---------------------------|
| 1. | 1 | 11,82 |
| 2. | 2 | 13,66 |
| 3. | 3 | 14,13 |
| 4. | 4 | 14,38 |

- Як видно з табл. 5 найбільш ефективним є 4-кратне екстрагування, при цьому вилучається 14,38 % фенольних сполук. Подальше екстрагування є економічно недоцільним через значні витрати екстрагента.

- Заявлений спосіб здійснюють наступним чином. Листки аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової, елеутерококу колючого та гінго дволопатевого м'яють, висушують до повітряно-сухого стану, подрібнюють до розміру частинок 1-2 мм, піддають 4-кратній екстракції 45-50 % розчином етилового спирту у співвідношенні рослинна сировина:етиловий спирт 1:(73-75) та загальній тривалості 45-50 хв та відділяють осад від надосадової рідини.

Корисна модель пояснюється прикладами.

Приклад 1.

- 1 кг суміші листків аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової, елеутерококу колючого та гінго дволопатевого подрібнюють до розміру частинок 1-2 мм та двічі екстрагують 70-75 % спиртом етиловим при співвідношенні сировина:екстрагент 1:(50:55) протягом 55-60 хв. Сумарний вміст фенольних сполук в екстракті становить 9,26 %

Приклад 2.

- 1 кг суміші листків аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової, елеутерококу колючого та гінго дволопатевого подрібнюють до розміру частинок 2-3 мм та тричі екстрагують 30-35 % спиртом етиловим при співвідношенні сировина:екстрагент 1:(30:40) протягом 90 хв. Сумарний вміст фенольних сполук в екстракті становить 8,77 %

Приклад 3.

UA 98029 U

1 кг суміші листків аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової, елеутерококу колючого та гінґо дволопатевого подрібнюють до розміру частинок 1-2 мм та піддають 4-кратній екстракції 45-50 % етиловим спиртом при співвідношенні сировина:екстрагент 1:(73-75) протягом 45-50 хв. Сумарний вміст фенольних сполук в екстракті становить 14,38 %

5 З наведених прикладів можна зробити висновок, що умови екстрагування, наведені у прикладі 3, є найбільш раціональними для одержання фітоекстракту з максимальним вилученням фенольних сполук.

10 Технічний результат полягає в одержанні фітоекстракту адаптогенної дії з високим вмістом фенольних сполук, який може використовуватись як функціональна добавка спеціальних продуктів функціонального призначення для спортсменів.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

15 Спосіб одержання фітоекстракту адаптогенної дії, який включає 4-кратне екстрагування сухої рослинної сировини спиртом етиловим та відділення осаду від надосадової рідини, який **відрізняється** тим, що як рослинну сировину використовують листки аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової, елеутерококу колючого та гінґо дволопатевого, сировину перед екстрагуванням подрібнюють до розміру частинок 1-2 мм та екстрагують 45-50 % розчином етилового спирту у співвідношенні рослинна сировина:етиловий спирт 1:(73-75) та загальній
20 тривалості 45-50 хв.

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **99201** (13) **U**
(51) МПК (2015.01)
A23L 2/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

| | |
|---|--|
| (21) Номер заявки: u 2014 12746 | (72) Винахідник(и): Стещенко Ольга Михайлівна (UA), Арсеньєва Лариса Юрївна (UA), Паламарчук Олена Павлівна (UA) |
| (22) Дата подання заявки: 27.11.2014 | |
| (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.05.2015 | (73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Володимирська, 68, м. Київ-33, 01601 (UA) |
| (46) Публікація відомостей про видану патенту: 25.05.2015, Бюл.№ 10 | |

(54) ФУНКЦІОНАЛЬНА ФІТОКОМПОЗИЦІЯ "АНТИСТРЕС" ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ СПОРТИВНОГО ХАРЧУВАННЯ

(57) Реферат:

Функціональна фітокомпозиція для спеціальних харчових продуктів спортивного харчування містить екстракт гінго дволопатевого, сушені листки аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової та влеутерококу колючого.

UA 99201 U

UA 99201 U

Корисна модель належить до харчової промисловості і призначена для застосування як добавки при виробництві функціональних харчових продуктів для людей, які піддаються посиленому впливу фізичних, інформаційних та психоемоційних навантажень, зокрема спортсменів. Використання композиції як функціонального інгредієнта харчових продуктів спеціального призначення дозволить підвищити адаптацію організму до зовнішніх стресових факторів, а, відповідно, працездатність, результативність, самопочуття та настрої.

Найбільш близькою за складом до композиції, що пропонується, є композиція "Drive" для функціональних продуктів спортивного харчування [патент України на корисну модель № 39053, кл. A23L2/00, бюл. № 2 2009 р.] при співвідношенні компонентів, %:

| | | |
|----|--|---------|
| | сухий екстракт гінго | |
| | дволопатевого | 0,974 |
| | таурин | 22,472 |
| | сухий екстракт плодів глоду | 1,498 |
| | сухий екстракт кропиви | |
| | собачої | 2,996 |
| | глюкоза | 37,453, |
| 10 | композиції вітамінів групи B (B ₆ , B ₁ , B ₂ , B ₆ , B ₁₂ , PP) та мінеральних речовин (Na, K, Ca, Mg) | 34,607. |

Недоліком найближчого аналога є незбалансованість компонентного складу (для засвоєння Ca, Mg, які входять до складу композиції, необхідний P, який у композиції відсутній; Na, K мають антагоністичні властивості тощо) та відсутність функціональної спрямованості (велика кількість компонентів рецептурного складу проявляє дуже широкий спектр фізіологічних властивостей).

Проаналізувавши склад композиції найближчого аналога, було вирішено розширити асортимент фітокомпозицій для збагачення спеціальних харчових продуктів шляхом підбору та оптимізації складових, здатних не тільки гармонійно поєднуватися між собою за органолептичними властивостями, але й проявляти спрямовану фізіологічну дію.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробити фітокомпозицію, яку можна було б ввести до рецептурного складу харчових продуктів спеціального призначення, зокрема продуктів для спортсменів без погіршення органолептичних показників основного продукту, та яка б сприяла адаптації організму до дії стресових факторів (швидкий темп життя, несприятлива екологічна ситуація, фізичне та інформаційне перевантаження, постійне психоемоційне напруження, складні соціально-економічні умови, високі енерговитрати, зміна кліматичних умов).

Поставлена задача вирішується тим, що функціональна фітокомпозиція, яка містить екстракт гінго дволопатевого, згідно з корисною моделлю, додатково містить сушені листки аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової, елеутерококу колючого при наступному співвідношенні компонентів, %:

| | | |
|--|---------------------|--------|
| | аралія маньчжурська | 18-22 |
| | ехінацея пурпурова | 19-21 |
| | елеутерокок колючий | 18-22 |
| | гінго дволопатево | 38-40. |

Композиція застосовується в наведеному складі і отримала назву "Антистрес".

Композиція призначена для щоденного споживання у першій половині дня.

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованим складом та очікуваним технічним результатом полягає у наступному.

Внесення до рецептурно складу фітокомпозиції гінго зумовлене з його фізіологічною дією, яка пов'язана з впливом на найважливіші системи організму людини - мозок і кровообіг. Діючі речовини листків гінго проявляють такий клінічний ефект: посилення кровообігу в головному мозку, протидія агрегації тромбоцитів, надзвичайно сильні антиоксидантні властивості, гальмування процесів трансформації холестерину в бляшки, поліпшення реологічних властивостей крові, підвищення еластичності та міцності кровоносних судин та стінок капілярів, підвищення розумової та фізичної працездатності організму тощо. Адаптогенний ефект рослин пов'язаний, в першу чергу, з наявністю різних груп фенольних сполук. Сумарний вміст речовин флавоноїдної природи у листках гінго дволопатевого становить 25 %, серед яких найбільш поширеними є флавонол-О-глікозиди: кемпферол-3-глікозид, кверцетин-3,7-диглікозид, кверцетин-3-глікозид, ізорафнетин-3-глікозид, мірицетин, гінгетин, білобетин та інші. Фізіологічна роль флавоноїду кверцетину пов'язана, перш за все, з його антиоксидантною дією. Крім того, він проявляє протизапальну, антигістамінну, протипухлинну дію, має ендокринні властивості, підвищує імунітет, нормалізує артеріальний тиск тощо. Кемпферол за своїми фармакологічними властивостями схожий до кверцетину. Це пов'язано з тим, що в результаті

UA 99201 U

біохімічних реакцій кемпферол та кверцетин здатні до взаємоперетворень. Ізорамнетин (3-метилкверцетин) є метаболітом кверцетину, тому має аналогічну дію з кверцетином та кемпферолом. Кількісний вміст 38-40 % зумовлено добовою потребою діючих речовин, що входять до складу листків гінґо дволопатевого.

5 Внесення до складу композиції ехінацеї пурпурової пов'язане з тим, що БАР, які входять до її складу стимулюють імунну систему, зокрема збільшують кількість гранулоцитів, та посилюють їх фагоцитарну активність, інгібують синтез вірусів, активують цитокини, збільшують кількість Т-лімфоцитів (стимулюють Т-систему імунітету на 20-30 % сильніше, ніж традиційні синтетичні препарати). Крім імунорегуючих властивостей, ехінацея має протимікробну, фунгіцидну, протизапальну, антиоксидантну, протиалергічну, радіопротекторну, нейротропну та тонізуючу дію, стимулює функцію центральної нервової системи, підвищує потенцію, сприяє загоєнню ран, опіків, виразок. Кількісний вміст 19-21 % зумовлено добовою потребою діючих речовин, що входять до складу листків ехінацеї пурпурової.

10 Листки аралії містять вуглеводи, ефірні масла, флавоноїди, алкалоїди, тритерпеноїди, органічні кислоти і антоціани, які надають їй загальнозміцнюючу загальнотонізуючу та антистресову дію, активують білковий синтез, знижують вміст цукру в крові за рахунок значного збільшення проникності клітинних мембран для глюкози. Також БАР аралії надають їй антиоксидантну, антиоксидантну, радіопротекторну, протизапальну дію, сприяють підвищенню стійкості до екстремальних ситуацій, нормалізують розумову і фізичну працездатність, викликають збудження ЦНС, стимулюють роботу серця. Кількісний вміст 18-22 % зумовлено добовою потребою діючих речовин, що входять до складу листків.

15 Елеутерокок підвищує збудливість і функціональну рухливість м'язів і нервово-м'язового апарату, що відбувається за рахунок менших витрат вуглеводів як джерела енергії внаслідок більш раннього включення в обмін ліпідів. Листки елеутерококу проявляють імуномодуючий ефект, зокрема призводять до збільшення загальної кількості Т-лімфоцитів і Т-кілерів, що, в свою чергу, підвищує опірність організму після важких хвороб, при професійних захворюваннях, роботі на шкідливих виробництвах. Курсовий прийом елеутерококу позитивно впливає на фізичну працездатність та емоційний стан спортсменів. Кількісний вміст 18-22 % зумовлено добовою потребою діючих речовин, що входять до складу листків.

20 Добова потреба споживання суміші становить 15 г/добу.

25 Рецептурні компоненти фітокомпозиції малотоксичні та нешкідливі у терапевтичних дозуваннях. Крім того, вони не мають обмежень щодо споживання відповідно до чинного законодавства України, не містять речовин, заборонених Медичним кодексом міжнародного олімпійського комітету та Антидопінговим кодексом олімпійського руху.

30 З вищенаведеного можна зробити висновок, що рецептурні компоненти фітокомпозиції збалансовані за фізіологічними властивостями та підсилюють адаптогенний ефект один одного.

35 Технічний результат полягає у створенні фітокомпозиції, яку можна було б ввести до рецептурного складу харчових продуктів спеціального призначення, зокрема продуктів для спортсменів без погіршення органолептичних показників основного продукту, та яка б сприяла адаптації організму до дії стресових факторів (швидкий темп життя, несприятлива екологічна ситуація, фізичне та інформаційне перевантаження, постійне психоемоційне напруження, складні соціально-економічні умови, високі енерговитрати, зміна кліматичних умов).

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

45 Функціональна фітокомпозиція для спеціальних харчових продуктів спортивного харчування, що містить екстракт гінґо дволопатевого, яка **відрізняється** тим, що додатково містить сушені листки аралії маньчжурської, ехінацеї пурпурової та елеутерококу колючого у наступному співвідношенні компонентів, %:

| | |
|--|--------|
| 50 аралія маньчжурська (сушені листки) | 18-22 |
| ехінацея пурпурова (сушені листки) | 19-21 |
| елеутерокок колючий (сушені листки) | 17-22 |
| гінґо дволопатево (сушені листки) | 38-40. |

UA 99201 U

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601

Технологічна карта карту на мармелад желеино-фруктовий формовий з фітокомпозицією «Антистрес»



ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА №4

МАРМЕЛАД ЖЕЛЕИНО-ФРУКТОВИЙ ФОРМОВИЙ
З ФІТОКОМПОЗИЦІЄЮ «АНТИСТРЕС»

| № з/п | Найменування сировини | Масова частка сухих речовин, % | Варіант 1 (1% ФК «Антистрес» до маси мармеладу) | | Варіант 2 (1,2% ФК «Антистрес» до маси мармеладу) | | Технологічні вимоги до якості сировини |
|-------|-------------------------|--------------------------------|---|-------------------|---|-------------------|--|
| | | | Витрати сировини на 1 кг готової продукції, г | | | | |
| | | | в натурі | в сухих речовинах | в натурі | в сухих речовинах | |
| 1. | Цукор білий | 99,85 | 719,4 | 726,2 | 721,5 | 720,4 | ДСТУ 4623:2006 |
| 2. | Пюре яблучне | 10,0 | 364,0 | 36,8 | 365,1 | 36,5 | ГОСТ 32742-2014 |
| 3. | Пюре з чорної смородини | 10,0 | 127,6 | 12,9 | 128,0 | 12,8 | ГОСТ 32742-2014 |
| 4. | Пектин | 92,0 | 6,9 | 6,4 | 3,8 | 3,5 | ДСТУ 6088:2009 |
| 5. | Кислота бурштинова | 94,7 | 9,3 | 8,9 | 9,3 | 8,8 | ГОСТ 6341-75 |
| 6. | Лактат натрію | 40,0 | 9,9 | 4,0 | 9,9 | 4,0 | ГСТУ 18.33-99 |
| 7. | ФФК | 90,0 | 9,9 | 9,0 | 11,9 | 10,7 | ТК№1 |
| | Разом | - | 1246,9 | 795,5 | 1249,5 | 796,7 | |
| | Вихід | 78,0 | 1000,0 | 780,0 | 1000,0 | 780,0 | |

Технологічні параметри рецептури

| № | Вид втрат | Нормативне значення, % | Інтервал припустимих значень, % |
|----|------------------|------------------------|---------------------------------|
| 1. | Виробничі втрати | 1,0 | ± 0,2 |
| 2. | Теплові втрати | 14,5 | ± 0,5 |

ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ

Підготовка сировини до виробництва. Пектин та цукор попередньо просіюють через сита з розміром отворів не більше 1 та 3 мм відповідно. Надалі їх змішують у співвідношенні цукор:пектин 1:2. Цукрово-пектинову суміш змішують з холодною водою, яку беруть у 25-кратній кількості до маси пектину. Отриманий 4%-вий розчин пектину залишають на 4 години при періодичному перемішуванні.

Сухий порошок пектину використовують на разі, якщо пектин добре розчиняється у воді без попереднього набування.

Приготування рецептурної суміші. Отриманий цукрово-пектиновий сироп змішують з іншими компонентами рецептури: пюре з чорної смородини і яблучним, цукром та лактатом натрію до отримання однорідної маси.

Теплова обробка рецептурної суміші. Отриману суміш уварюють до вмісту сухих речовин 70...75%. На етапі уварювання до мармеладної маси вносять фітокомпозицію «Антистрес» та бурштинову кислоту.

Формування виробів. Рецептурну суміш перемішують та відливають у форми. Сформовані мармеладні вироби залишають для застигання (осадження). Процес драглеутворення проходить впродовж 20...30 хв. за температури (15...20) °С.

Отриманий мармелад висушують за температури (38...50) °С впродовж 6...12 годин до вмісту вологи 20...24 % та охолоджують до температури (15...25) °С.

Підготовка до реалізації та зберігання. Охолоджений мармелад реалізують або за необхідності упаковують в пластикову упаковку, зберігають 5 днів за температури (10...15) °С та відносній вологості повітря 70...75 %.

**Органолептичні показники якості мармеладу желеино-фруктового
формового з фітокомпозицією «Антистрес»**

| Показники | Характеристика |
|---------------|--|
| Смак | Збалансований, кисло-солодкий, характерний для плодово-ягідного мармеладу з легким присмаком ФК, залишає приємний кислувато-солодкуватий після смак з легкою гірчинкою |
| Запах | Властивий для яблучно-смородинового пюре з легким ароматом ФК |
| Колір | Темно-червоний, непрозорий |
| Консистенція | Желеподібна, пружна, неоднорідна з включеннями частинок ФК, рівномірно розподіленими по всьому об'єму мармеладу |
| Форма | Правильна, з чіткими гранями, без деформацій, відповідає рисунку ячейки форми |
| Стан поверхні | Гладка, з характерним блиском |

Харчова цінність виробу:

білки – 0,1; жири – 0,0; вуглеводи – 74,5
енергетична цінність 298 ккал

Карту склав:

технолог
/посада/

О.П.П.
/підпис/

Рейко О.М.
/прізвище, ім'я та по батькові/

Технічний експерт:

Л.О.П.
/підпис/

Арсенко Л.О.
/прізвище, ім'я та по батькові/

Протокол дегустації желеино-фруктового формового мармеладу, збагаченого порошком, водним та водно-спиртовим екстрактами фітокомпозиції «Антистрес»

ПРОТОКОЛ

дегустації желеино-фруктового формового мармеладу, збагаченого порошком, водним та водно-спиртовим екстрактами фітокомпозиції «Антистрес»

В дегустації брали участь співробітники випускової кафедри туризму та готельно-ресторанної справи та циклової випускової комісії виробництва та технологій Волинського коледжу НУХТ.

Від кафедри туризму та готельно-ресторанної справи:

Стешенко Леся Ігорівна – к.е.н., завідувач кафедри туризму та готельно-ресторанної справи;

Зінкевич Світлана Георгіївна – завідувач відділення туризму та готельно-ресторанної справи, викладач фахових дисциплін, старший викладач;

Савченко Ірина Анатоліївна – к.г.н., викладач фахових дисциплін, викладач вищої категорії;

Пасевич Юрій Васильович – к.г.н., викладач фахових дисциплін, викладач вищої категорії;

Патрай Ніна Олексіївна - викладач фахових дисциплін, викладач-методист;

Кавара Вікторія Володимирівна - викладач фахових дисциплін, викладач-методист;

Осійчук Катерина Миколаївна - викладач фахових дисциплін, викладач другої категорії.

Від циклової випускової комісії виробництва та технологій:

Семенюк Тетяна Степанівна – завідувач відділення харчових технологій, викладач вищої категорії;

Сай Володимир Анатолійович – к.т.н., викладач фахових дисциплін, викладач-методист;

Пахолук Тамара Євгенівна - викладач фахових дисциплін, викладач вищої категорії;

Іщик Тетяна Володимирівна - викладач фахових дисциплін, викладач першої категорії.

На дегустацію представлено зразки желейно-фруктового формового мармеладу, збагаченого порошком, водним та водно-спиртовим екстрактами фітокомпозиції (ФК) «Антистрес», які чинять адаптогенну дію на організм людини, за рахунок використання в оптимальних співвідношеннях наступні рецептурні компоненти: листки гінкго білоба, ехінацеї пурпурової, аралії маньчжурської, елеутерококу колючого, бурштинової кислоти, пектину.

Органолептичні показники якості оцінювали за розробленою 5-ти бальною шкалою Результати математико-статистичної обробки результатів дегустації наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Результати дегустації зразків желейно-фруктового формового мармеладу, збагаченого порошком, водним та водно-спиртовим екстрактами ФК «Антистрес»

| Показник | Коефіцієнт вагомості | Желейно-фруктового формового мармеладу | | | |
|----------------|----------------------|--|---------|---------------------|------------------------------|
| | | Контроль – «Золота осінь» | З ФК | З водним екстрактом | З водно-спиртовим екстрактом |
| Смак | 0,3 | 4,9±0,2 | 4,9±0,3 | 4,9±0,3 | 4,9±0,3 |
| Запах | 0,1 | 4,7±0,1 | 4,8±0,2 | 4,8±0,2 | 4,8±0,2 |
| Колір | 0,2 | 4,6±0,3 | 4,7±0,2 | 4,6±0,2 | 4,6±0,1 |
| Консистенція | 0,2 | 4,6±0,2 | 4,8±0,1 | 4,7±0,1 | 4,7±0,2 |
| Форма | 0,1 | 4,8±0,2 | 4,8±0,2 | 4,7±0,2 | 4,7±0,3 |
| Поверхня | 0,1 | 4,6±0,1 | 4,7±0,1 | 4,7±0,2 | 4,7±0,2 |
| Середня оцінка | | 4,7 | 4,8 | 4,7 | 4,7 |

Дегустаторами було відзначено, що представлені зразки продуктів желейно-фруктового формового мармеладу, збагаченого порошком, водним та водно-спиртовим екстрактами ФК «Антистрес» характеризуються збалансованим, кисло-солодким, характерним для плодово-ягідного мармеладу смаком з легким присмаком ФК, який залишає приємний кислувато-солодкуватий післясмак з легкою гірчинкою, запах властивий для яблучно-смородинового пюре з легким ароматом ФК та її екстрактів, темно-червоним, непрозорим кольором, желеподібною, пружною консистенцією, яка є неоднорідною з включеннями частинок ФК, рівномірно розподіленими за всім об'ємом мармеладу, правильною, з чіткими гранями формою, без деформацій,

що відповідає рисунку комірки форми, гладким станом поверхні, з характерним блиском. Зроблено висновок про доцільність та перспективність виготовлення желейно-фруктового формового мармеладу, збагаченого порошком, водним та водно-спиртовим екстрактами ФК «Антистрес» для підвищення адаптативного статусу людини, а також розширення асортименту желейних кондитерських виробів.

УХВАЛИЛИ:

1. Відзначити високі органолептичні властивості представлених зразків желейно-фруктового формового мармеладу, збагаченого порошком, водним та водно-спиртовим екстрактами ФК «Антистрес».

2. Рекомендувати технологію желейно-фруктового формового мармеладу, збагаченого порошком, водним та водно-спиртовим екстрактами ФК «Антистрес» у практику виробництва в закладах ресторанного господарства та спеціалізованих кондитерських цехів.

3. Рекомендувати для раціону масового харчування та спеціальних груп населення, зокрема спортсменів, як продукт адаптогенної дії.

Завідувач кафедри туризму та готельно-ресторанної справи _____ Л. І. Стешенко

Секретар кафедри туризму та готельно-ресторанної справи _____ К. М. Осійчук

Шкала 5-ти бальної оцінки якості желеино-фруктового формового мармеладу, збагаченого порошком, водним та водно-спиртовим екстрактами фітокомпозиції «Антистрес»

| Показник | Коефіцієнт вагомості | Характеристика та бали | | | | |
|--------------|----------------------|--|--|--|--|--|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Смак | 0,3 | Збалансований, кисло-солодкий, характерний для плодово-ягідного мармеладу з легким присмаком ФК, залишає приємний кислувато-солодкуватий після смак з легкою гірчинкою | Збалансований, кисло-солодкий, характерний для плодово-ягідного мармеладу з присмаком ФК | Збалансований, кисло-солодкий, характерний для плодово-ягідного мармеладу, недостатньо або занадто виражений присмак ФФК | Кисло-солодкий, з вираженим присмаком ФК, залишає гіркий післясмак | Незбалансований, залишає гіркий після смак, відчутний сторонній присмак |
| Запах | 0,1 | Властивий для яблучно-смородинового пюре з легким ароматом ФК | | Властивий для яблучно-смородинового пюре з вираженим ароматом ФК | Виражений трав'яний запах, що перебиває аромат решти компонентів | Запах не виражений |
| Колір | 0,2 | Темно-червоний, непрозорий, однорідний | Однорідний непрозорий, з незначною тьмяністю | Однорідний непрозорий, тьмянний | Неоднорідний за всією масою виробу | Неоднорідний, тьмянний, невластивий |
| Консистенція | 0,2 | Желеподібна, пружна, неоднорідна з включеннями частинок ФФК, рівномірно розподілений по всьому об'єму мармеладу | Желеподібна, ущільнена | М'яка, в'язка, дещо тягуча, частково розтікається по поверхні | Твердувата, пружна, або, навпаки, дещо рідкувата, легко розтікається по поверхні | Твердувата, гумоподібна, пружна, тягуча або, навпаки, рідка, водяниста, легко розтікається по поверхні |
| Форма | 0,1 | Правильна, з чіткими гранями, без деформацій, відповідає рисунку комірки форми | Правильна, з чіткими гранями, допускаються незначні деформації, відповідає рисунку комірки форми | Правильна, допускаються нечіткі грані або незначні деформації | Рисунок комірки форми ледь помітний, наявні значні деформації, грані не чіткі | Не відповідає рисунку комірки форми, з деформаціями, немає чітких граней |

| | | | | | | |
|---------|-----|-------------------------------|------------------------------------|----------------|---|---|
| Поверхн | 0,1 | Гладка, з характерним блиском | Гладка, блиск частково втрачається | Гладка, матова | Неоднорідна за всією масою виробу, матова | Шерхувата, неоднорідна за всією масою виробу, відсутній блиск |
|---------|-----|-------------------------------|------------------------------------|----------------|---|---|

Додаток Ж

Технологічні карти на мармелад желейно-фруктовий формовий з водним та водно-спиртовим екстрактом фітокомпозиції «Антистрес»

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор, наукової роботи НУХТ,
професор

О. Ю. Шевченко

20 19 р.

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА №5
МАРМЕЛАД ЖЕЛЕЙНО-ФРУКТОВИЙ ФОРМОВИЙ
З ВОДНИМ ЕКСТРАКТОМ
ФІТОКОМПОЗИЦІЇ «АНТИСТРЕС»

| № з/п | Найменування сировини | Масова частка сухих речовин, % | Витрати сировини на 1 кг готової продукції, г | | Технологічні вимоги до якості сировини |
|-------|-------------------------|--------------------------------|---|-------------------|--|
| | | | в натурі | в сухих речовинах | |
| 1. | Цукор білий | 99,85 | 706,3 | 705,2 | ДСТУ 4623:2006 |
| 2. | Пюре яблучне | 10,0 | 353,0 | 35,3 | ГОСТ 32742-2014 |
| 3. | Пюре з чорної смородини | 10,0 | 118,1 | 11,8 | ГОСТ 32742-2014 |
| 4. | Пектин | 92,0 | 6,8 | 6,3 | ДСТУ 6088:2009 |
| 5. | Кислота бурштинова | 94,7 | 9,25 | 8,8 | ГОСТ 6341-75 |
| 6. | Лактат натрію | 40,0 | 9,85 | 3,9 | ГСТУ 18.33-99 |
| 7. | Водний екстракт ФК | 100,0 | 28,7 | 28,7 | ТК№2 |
| | Разом | | 1232,0 | 800,0 | |
| | Вихід | 78,0 | 1000 | 780,0 | |

Технологічні параметри рецептури

| № | Вид втрат | Нормативне значення, % | Інтервал припустимих значень, % |
|----|------------------|------------------------|---------------------------------|
| 1. | Виробничі втрати | 1,0 | ± 0,2 |
| 2. | Теплові втрати | 14,5 | ± 0,5 |

ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ

Підготовка сировини до виробництва.

Для приготування мармеладу спочатку готують водний екстракт фітокомпозиції «Антистрес» за рецептурою і технологією, описаною у Технологічній карті № 4.

Пектин та цукор попередньо просіюють через сита з розміром отворів не більше 1 та 3 мм відповідно. Пектин заливають водним екстрактом у співвідношенні пектин:екстракт як 1:25. Отриманий розчин перемішують та додають попередньо просіяний цукор (2 частини від маси пектину). Отриманий цукрово-пектиновий розчин пектину залишають на 4 години при періодичному перемішуванні.

Приготування рецептурної суміші. Суміш нагрівають до повного розчинення компонентів. Отриманий цукрово-пектиновий сироп змішують з іншими компонентами рецептури: пюре з чорної смородини і яблучним, цукром та лактатом натрію до отримання однорідної маси.

Теплова обробка рецептурної суміші. Отриману суміш уварюють до вмісту сухих речовин 70...75%. На етапі уварювання до мармеладної маси вносять бурштинову кислоту.

Формування виробів. Рецептурну суміш перемішують та відливають у форми. Сформовані мармеладні вироби залишають для застигання (осадження). Процес драглеутворення проходить впродовж 20...30 хв. за температури (15...20) °С.

Отриманий мармелад висушують за температури (38...50) °С впродовж 6...12 годин до вмісту вологи 20...24 % та охолоджують до температури (15...25) °С.

Підготовка до реалізації та зберігання. Охолоджений мармелад реалізують або за необхідності упаковують в пластикову упаковку, зберігають 5 діб за температури (10...15) °С та відносній вологості повітря 70...75 %.

**Органолептичні показники якості мармеладу желеино-фруктового
формового з водним екстрактом фітокомпозиції**

«Антистрес»

| Показники | Характеристика мармеладу |
|---------------|---|
| Смак | Кисло-солодкий, характерний для плодово-ягідного мармеладу з легкою гірчинкою |
| Запах | Властивий для яблучно-смородинового |
| Колір | Темно-червоний, непрозорий |
| Консистенція | Желеподібна, пружна, однорідна |
| Форма | Правильна, з чіткими гранями, без деформацій, відповідає рисунку ячейки форми |
| Стан поверхні | Гладка, з характерним блиском |

Харчова цінність виробу:

білки – 0,1; жири – 0,0; вуглеводи – 72,4
енергетична цінність 294 ккал

Карту склав:

технолог
/посада/

О.А.
/підпис/

Ройко О.М.
/прізвище, ім'я та по батькові/

Технічний експерт:

[підпис]
/підпис/

Арсенієва Л.Ю.
/прізвище, ім'я та по батькові/

ЗАТВЕРДЖЕНО



Проректор наукової роботи НУХТ,

О. Ю. Шевченко

09 20 19 р.

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА №6
МАРМЕЛАД ЖЕЛЕЙНО-ФРУКТОВИЙ ФОРМОВИЙ
З ВОДНО-СПИРТОВИМ ЕКСТРАКТОМ
ФІТОКОМПОЗИЦІЇ «АНТИСТРЕС»

| № з/п | Найменування сировини | Масова частка сухих речовин, % | Витрати сировини на 1 кг готової продукції, г | | Технологічні вимоги до якості сировини |
|-------|-----------------------------|--------------------------------|---|-------------------|--|
| | | | в натурі | в сухих речовинах | |
| 1. | Цукор білий | 99,85 | 706,3 | 705,2 | ДСТУ 4623:2006 |
| 2. | Пюре яблучне | 10,0 | 353,0 | 35,3 | ГОСТ 32742-2014 |
| 3. | Пюре фруктово-ягідне | 10,0 | 118,1 | 11,8 | ГОСТ 32742-2014 |
| 4. | Пектин | 92,0 | 6,8 | 6,3 | ДСТУ 6088:2009 |
| 5. | Кислота бурштинова | 94,7 | 9,25 | 8,8 | ГОСТ 6341-75 |
| 6. | Лактат натрію | 40,0 | 9,85 | 3,9 | ГСТУ 18.33-99 |
| 7. | Водно-спиртовий екстракт ФК | 100,0 | 28,7 | 28,7 | ТК№3 |
| | Разом | - | 1232,0 | 800,0 | |
| | Вихід | | 1000 | 780,0 | |

Технологічні параметри рецептури

| № | Вид втрат | Нормативне значення, % | Інтервал припустимих значень, % |
|----|------------------|------------------------|---------------------------------|
| 1. | Виробничі втрати | 1,0 | ± 0,2 |
| 2. | Теплові втрати | 14,5 | ± 0,5 |

ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ

Підготовка сировини до виробництва.

Для приготування мармеладу спочатку готують водно-спиртовий екстракт фітокомпозиції «Антистрес» за рецептурою і технологією, описаною у Технологічній карті №5.

Пектин та цукор попередньо просіюють через сита з розміром отворів не більше 1 та 3 мм відповідно. Пектин заливають водно-спиртовим екстрактом у співвідношенні пектин:екстракт як 1:25. Отриманий розчин перемішують та додають попередньо просіяний цукор (2 частини від маси пектину). Отриманий цукрово-пектиновий розчин пектину залишають на 4 години при періодичному перемішуванні.

Приготування рецептурної суміші. Суміш нагрівають до повного розчинення компонентів. Отриманий цукрово-пектиновий сироп змішують з іншими компонентами рецептури: пюре з чорної смородини і яблучним, цукром та лактатом натрію до отримання однорідної маси.

Теплова обробка рецептурної суміші. Отриману суміш уварюють до вмісту сухих речовин 70...75%. На етапі уварювання до мармеладної маси вносять бурштинову кислоту.

Формування виробів. Рецептурну суміш перемішують та відливають у форми. Сформовані мармеладні вироби залишають для застигання (осадження). Процес драглеутворення проходить впродовж 20...30 хв. за температури (15...20) °С.

Отриманий мармелад висушують за температури (38...50) °С впродовж 6...12 годин до вмісту вологи 20...24 % та охолоджують до температури (15...25) °С.

Підготовка до реалізації та зберігання. Охолоджений мармелад реалізують або за необхідності упаковують в пластикову упаковку, зберігають 5 днів за температури (10...15) °С та відносній вологості повітря 70...75 %.

Органолептичні показники якості мармеладу желеино-фруктового формового з водно-спиртовим екстрактом

фітокомпозиції «Антистрес»

| Показники | Характеристика мармеладу |
|---------------|---|
| Смак | Кисло-солодкий, характерний для плодово-ягідного мармеладу з легкою гірчинкою |
| Запах | Властивий для яблучно-смородинового |
| Колір | Темно-червоний, непрозорий |
| Консистенція | Желеподібна, пружна, однорідна |
| Форма | Правильна, з чіткими гранями, без деформацій, відповідає рисунку ячейки форми |
| Стан поверхні | Гладка, з характерним блиском |

Харчова цінність виробу:


білки – 0,1; жири – 0,0; вуглеводи – 74,4

енергетична цінність 298 ккал

Карту склав:

ТЕХНОЛОГ
/посада/
/підпис/Ройко О.М.
/прізвище, ім'я та по батькові/

Технічний експерт:


/підпис/Гришко М.Ю.
/прізвище, ім'я та по батькові/

Додаток К

Акти виробничих випробувань дослідних партій желеино-фруктового формового мармеладу, збагаченого порошком, водним та водно-спиртовим екстрактами фітокомпозиції «Антистрес»