

15. Технологія харчової та легкої промисловості

УДК 664.8.032:634.23

Сімахіна Г.О.

Професор, доктор технічних наук, завідувач кафедри технології оздоровчих продуктів, Національний університет харчових технологій

**КОМБІНУВАННЯ СКЛАДУ ЗАМОРОЖЕНИХ ПЛОДОВО-ЯГІДНИХ
СУМІШЕЙ ЗА ПРИНЦИПАМИ ХАРЧОВОЇ КОМБІНАТОРИКИ
КОМБИНИРОВАНИЕ СОСТАВА ЗАМОРОЖЕННЫХ ПЛОДОВО-
ЯГОДНЫХ СМЕСЕЙ ПО ПРИНЦИПАМ ПИЩЕВОЙ
КОМБИНАТОРИКИ
COMBINING THE INGREDIENTS OF FROZEN FRUIT AND BERRY
MIXTURES ACCORDING TO THE PRINCIPLES OF FOOD
COMBINATORICS**

У статті наведено теоретичні та практичні результати компонування плодово-ягідної суміші для створення заморожених напівфабрикатів радіопротекторної дії. Безпека продукції, її якість та ефективність визначаються дотриманням принципів харчової комбінаторики. Показано, що добір сировинних матеріалів до складу композиції має бути науково обґрунтованим, біокомпоненти окремих плодів та ягід мають бути сумісними за якісним і кількісним складом, смаковими характеристиками і прогнозовано справляти виражений функціональний вплив, у даному разі – захищаючи живий організм від шкідливих малих доз постійного радіоактивного опромінення. Прогнозування, створення та використання нової композиції доцільно вести за запропонованим алгоритмом, котрий передбачає послідовність здійснення усіх етапів від постановки мети дослідження до оцінки конкурентоспроможності та реалізації нової продукції на внутрішньому і зовнішньому ринках. Отримані

за даною схемою напівфабрикати можуть бути рекомендовані до споживання усім верствам населення.

Ключові слова: *плоди, ягоди, композиція, радіопротекторна дія, біофлавоноїди, алгоритм.*

В статъе наведены теоретические и практические результаты компоновки плодово-ягодной смеси для производства замороженных полуфабрикатов радиопротекторного действия. Безопасность продукции, ее качество и эффективность определяются соблюдением принципов пищевой комбинаторики. Показано, что подбор сырьевых материалов в состав композиции должен быть научно обоснованным, биокомпоненты отдельных плодов и ягод должны быть совместимыми по качественному и количественному составу, вкусовым характеристикам и предсказуемо оказывать выраженное функциональное влияние, в данном случае – защищая живой организм от вредных малых доз постоянного радиоактивного излучения. Прогнозирование, создание и использование новой композиции целесообразно вести по предложенному алгоритму, предвидящему последовательность осуществления всех этапов от постановки цели исследования до оценки конкурентоспособности и реализации новой продукции на внутреннем и внешнем рынках. Полученные по данной схеме полуфабрикаты могут быть рекомендованы для потребления всем слоям населения.

Ключевые слова: *плоды, ягоды, композиция, радиопротекторное действие, биофлавоноиды, алгоритм.*

This article represents theoretical and practical results of combining the fruit and berry mixture for production of frozen half-products with radioprotective action. Safety, quality and effectiveness of a future product may be determined upon following the principles of food combinatorics. The author of the article showed that the raw materials should be reasonably included into the composition;

the biologically active components of separate fruit and berries should be compatible in qualitative, quantitative parameters, and taste characteristics; furthermore, they should have a predictable functional impact, in particular – protecting the live organism from harmful small doses of constant ionizing radiation. The new composition seems to be expedient to forecast, to produce and therefore to use according to the algorithm proposed in the article. This algorithm includes the consequence to complete all of the investigation stages – from the very beginning (setting up the objectives of the research) to the end (evaluating competitiveness and the trends of the new product's realization on both domestic and foreign markets). Half-products obtained by the proposed scheme may hence be recommended to all the strata of population for usage.

Keywords: *fruit, berries, composition, radioprotectory action, bioflavonoids, algorithm.*

Постановка проблеми. Практично все населення України перебуває під постійним впливом малих та надмалих доз радіоактивного опромінення, яке викликає набагато серйозніші наслідки, ніж високі дози короткочасного опромінення. І на основі того, що відомо на сьогодні, можна говорити про високу активність малих і надмалих доз. Так, у роботі [1, с. 548] показано, що надмалі дози опромінення викликають розриви в молекулах ДНК, впливаючи на геном людини. У зв'язку з цим варто виділити один із чинників, що впливає на стан здоров'я людини і популяції та здатний захистити організм від ендо- та екзогенних забруднювачів, – чинник харчування.

Усе, окрім кисню, людина для своєї життєдіяльності отримує з їжі та води. Їжа в процесі споживання перетворюється із зовнішнього на внутрішній чинник, і її компоненти в ланцюжку послідовних перетворень трансформуються в енергію фізіологічних функцій та структурні елементи органів і тканин організму людини [2, с. 145]. В сучасних умовах очевидним є два відносно самостійні аспекти взаємозв'язку харчування та процесів біотрансформації компонентів їжі та чужорідних сполук (контамінантів) в

організмі людини. Один із цих аспектів полягає в тому, що їжа є не лише носієм пластичних та енергетичних матеріалів, а й джерелом компонентів неаліментарного (нехарчового) характеру, серед яких немало сполук природного або антропогенного походження [3, с. 104]. Водночас хімічний склад їжі як у традиційному її розумінні (вміст харчових та біологічно активних речовин), так і з урахуванням неаліментарних компонентів, справляє регульований вплив на всі системи живого організму, що відповідають за транспорт, метаболізм, знезараження та елімінацію ксенобіотиків. Ось чому проблема їх виведення з організму – одна з найважливіших для населення України. Тому у сфері інноваційних технологій необхідним є розвиток ґрунтовних досліджень з пошуку нових природних джерел для отримання широкого спектру функціональних інгредієнтів та продуктів радіопротекторної дії для безпосереднього використання, а також для збагачення традиційних харчових середовищ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Необмежене поле діяльності у вирішенні цієї проблеми науковці знаходять серед дикорослої плодово-ягідної сировини [4, с. 186; 5, с. 5]. Вона поки що є нетрадиційною для виробництва продуктів оздоровчого, профілактичного, лікувального призначення. Однак спектр її використання у харчовій промисловості поступово розширюється, особливо у виробництві безалкогольних, слабоалкогольних, соковмісних напоїв, заморожених напівфабрикатів тощо.

Літературні дані, наведені різними авторами, свідчать про багатий біокомпонентний склад дикорослих плодів і ягід. Так, плоди аронії чорноплідної, глоду багаті на каротиноїди, антоціани, вітаміни, мінеральні елементи, вітамін РР. Останній бере участь у реакціях клітинного обміну, в білковому обміні і підвищує ступінь використання в організмі рослинних білків, нормалізує секреторну функцію шлунка тощо [6, с. 215]. За даними [7, с. 161], плоди аронії містять близько 45 мг% вітаміну С, 7 % фенольних сполук, у тому числі близько 2 % флавоноїдів. Наші дослідження [8, с. 75] підтвердили результати інших авторів щодо доцільності використання

дикорослих плодів і ягід у якості джерела аскорбінової кислоти (аронія чорноплідна – 120...130 мг%, ожина – 60...70 мг%, калина – 35...40 мг%); біофлавоноїдів (відповідно 2466 мг%, 2447 мг%, 1345 мг%).

Наведені дані стосовно рослинних об'єктів як джерел вітамінів та інших БАР необхідно пов'язувати з їхнім впливом на функціонування організму. Тому повністю погоджуємось із твердженням Айзека Азімова: «Першим серйозним досягненням медицини стало визнання лікарями факту, що однією з заповуок здоров'я є проста і збалансована дієта» [9, с. 646].

І у вирішенні цієї проблеми велика частка припадає на плодово-ягідну сировину, єдиним недоліком якої є сезонність її вирощування та необхідність пошуку найефективніших методів консервування. Учені, які працюють у цьому напрямі, єдині в одному: таким методом є заморожування сировини [10, с. 173; 11, с. 5]. Для створення оптимальних за складом композиційних сумішей, призначених для заморожування, з урахуванням направленості дії окремих біокомпонентів та дотримання їх необхідних співвідношень, доцільно скористатись загальними принципами харчової комбінаторики [12, с. 7]: безпека та доброякісність, достатність та пріоритет використання, сумісність, кінцевий контроль. Про досконалість цих принципів та їх практичну реалізацію свідчать роботи вітчизняних учених [13, с. 26; 14, с. 120], і тому подальше їх впровадження сприятиме підвищенню якості розроблених продуктів, їхньої безпеки та ефективності.

Постановка завдання. Обґрунтувати вибір плодово-ягідних культур і за принципами харчової комбінаторики створити композиції заморожених напівфабрикатів радіопротекторної дії.

Виклад основного матеріалу дослідження. За аналогією з фітопрепаратами, заморожені напівфабрикати віднесемо до простих, якщо до їхнього складу входять плоди чи ягоди одного сорту (виду), та складних, що являють собою суміш декількох видів плодів та ягід. Розглянемо послідовність дій при створенні складних плодово-ягідних напівфабрикатів радіопротекторної дії. Обрана сировина обов'язково повинна містити у

достатніх концентраціях компоненти, які запобігають накопиченню радіонуклідів та прискорюють їх виведення з організму, захищаючи його від невеликих доз постійного і, як уже зазначали, надзвичайно шкідливого радіоактивного опромінення.

Інтерес до дикорослих плодово-ягідних рослин, що поновився в останні роки, спонукає дослідників звертати увагу на спектр такої сировини переважно вітчизняної флори. Наукові дослідження в галузі хіміко-фармацевтичних наук, нутриціології, фармаконутриціології, харчової хімії, використання ресурсощадних, вискоєфективних технологій і наявність обладнання дає можливість створювати все досконаліші науково обґрунтовані композиції з доведеним позитивним впливом на певні органи та функції організму людини, в даному разі таким, який здатен захищати клітини живого організму від радіоактивних уражень.

Науково обґрунтований вибір плодів та ягід для майбутньої композиційної суміші заморожених напівфабрикатів повинен ураховувати й відмінності в структурі покривних тканин об'єктів дослідження, які апріорі можуть впливати на особливості заморожування матеріалів. У ботаніці залежно від компонентів, які формують склад захисних покривних тканин рослини, запропоновано таку класифікацію [15, с. 147]: рослини з ніжною покривною тканиною і міжклітинниками (1-а група) та товстостінні зі щільною покривною тканиною без міжклітинників (2-а група). Відповідно до цієї класифікації, ми віднесли до 1-ї групи культивовані та дикорослі плоди і ягоди малини, суниці, смородини чорної, порічки червоної, чорниці тощо, а до 2-ї (зі щільною покривною тканиною) – плоди калини та аронії чорноплідної, ягоди ожини, журавлини, терену, агрусу.

Оскільки, за результатами виконаних нами досліджень, структура покривних тканин істотно впливає на здатність біооб'єктів до холодкових адаптацій [16, с. 200; 17, с. 199], то склад сумішей доцільно формувати із плодів та ягід, що належать до 1-ї або 2-ї груп. Тому подальші дослідження проводили на плодах калини та аронії чорноплідної і ягодах ожини.

При формуванні комплексу плодів та ягід для заморожених напівфабрикатів урахували також, що надходження енергії в організм людини регулюється складною системою, фізіологічними проявами якої є апетит і органолептичні характеристики продуктів, передусім смак та колір. Відомо, що смакові властивості плодово-ягідної сировини визначаються оптимальним співвідношенням вмісту цукрів та органічних кислот – глюкоацидометричним індексом. За даними [8, с. 75], для аронії чорноплідної він становить 7,96; для ожини – 7,05; для калини – 5,5. Загалом цей показник для скомпонованої суміші, в якій усі складники взято у рівних співвідношеннях, становить 6,84, що входить до діапазону його оптимальних значень. Кольору обраним видам плодів та ягід надають антоціани.

При створенні композицій необхідно обирати ті сировинні матеріали, біохімічний склад і фармакологічна активність яких не викликають сумнівів, а також проводити експерименти із з'ясування концентрації тих біокомпонентів, які виявляють виражений радіопротекторний ефект: біофлавоноїдів, аскорбінової кислоти, каротиноїдів, пектинових речовин, органічних кислот, кальцію. Тому дослідженню саме цих нутрієнтів і приділено основну увагу. За стандартними методиками визначили їхній вміст у сировині, результати зведено до таблиці 1.

Таблиця 1.

Вміст біокомпонентів радіопротекторної дії у плодово-ягідній сировині

$$P \geq 0,95; n = 3$$

Дослідні зразки	Біофлавоноїди, мг%	Вітамін С, мг%	Каротиноїди, мг%	Органічні кислоти, в перерахунку на яблучну, %	Пектинові речовини, %
Плоди калини	1626,0	29,25	1,4	0,96	2,2
Плоди аронії чорноплідної	1912,0	97,7	3,2	1,34	1,65
Ягоди ожини	2120,0	76,1	2,6	1,25	2,8

Зважаючи на те, що ягоди ожини містять максимальну кількість біофлавоноїдів та пектинових речовин, значні концентрації вітаміну С та органічних кислот, обрано такий склад плодово-ягідної суміші для отримання заморожених напівфабрикатів: ягоди ожини – 40%; плоди калини – 30%; плоди аронії чорноплідної – 30%.

Враховуючи високий вміст у цих рослинах біофлавоноїдів, аскорбінової кислоти, каротиноїдів, пектинових речовин, які діють синергічно, прогнозуємо їхній істотний радіопротекторний ефект на організм людини [18, с. 93], постачання його необхідними біокомпонентами. Пектинові речовини та органічні кислоти захищають клітини при заморожуванні, зберігаючи їхню цілісність та якість отриманих композицій.

Відповідно до даних таблиці, сировина містить значні концентрації біофлавоноїдів (від 1626 до 2120 мг%), вітаміну С, особливо в ягодах ожини та плодах аронії чорноплідної. Вміст каротиноїдів незначний (від 1,4 до 3,2 мг%), однак завдяки великій кількості подвійних зв'язків вони беруть активну участь в окислювально-відновних процесах [19, с. 200].

У подальших дослідженнях сформульовано алгоритм прогнозування, отримання та використання напівфабрикатів, дано коментарі до кожної його складової і обґрунтовано відповідність створеної композиції принципам харчової комбінаторики (рис. 1).

Відповідно до блоку 1, поставлено за мету отримати заморожений напівфабрикат із плодово-ягідних культур для цілорічного постачання населення України високовітамінною продукцією, компоненти якої мають радіопротекторні властивості і включатимуться до системи захисту живого організму від невеликих доз постійного опромінення. Блок 2 передбачає підбір багатокomпонентних рослинних матеріалів. Їхні складові повинні взаємно доповнювати одна одну, потенціюючи дію біологічно активних речовин (вітамінів, поліфенольних сполук, каротиноїдів, мінеральних елементів, органічних кислот, пектинових речовин тощо).

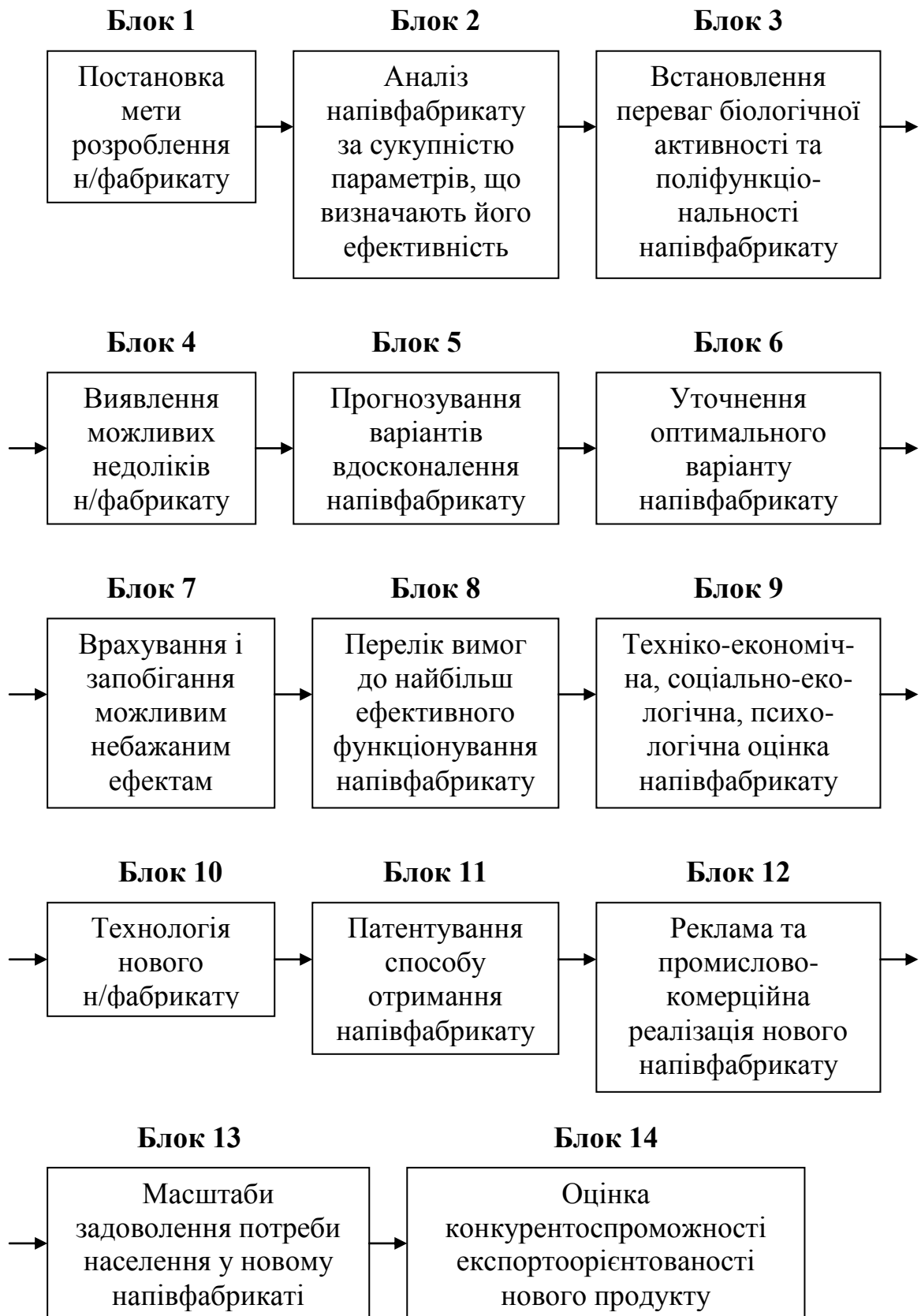


Рис. 1. Алгоритм прогнозування, отримання та використання замороженого плодово-ягідного напівфабрикату

У межах реалізації блоку 3 даного алгоритму встановлюємо переваги майбутньої композиції на підставі аналізу біохімічного складу її компонентів, їхньої біологічної активності та поліфункціональності. З блоку 4 зрозуміла необхідність медико-біологічної оцінки обраних плодово-ягідних матеріалів з точки зору виявлення можливих недоліків готового продукту (наявності сильнодіючих сполук, підвищеної концентрації певної біологічно активної речовини), що обмежує використання таких напівфабрикатів для певної категорії споживачів. Блок 5 має окреслити шляхи усунення виявлених недоліків, наприклад за рахунок введення до композиції інших рослин, позбавлених установлених вад, і після цього за блоком 6 дається вже уточнений варіант плодово-ягідної композиції. За блоком 7 мають бути передбачені такі технологічні процеси, використання яких забезпечує отримання високоякісних заморожених напівфабрикатів із належними органолептичними характеристиками, наприклад шокове заморожування, попереднє оброблення плодів та ягід кріопротекторами тощо.

За блоком 8 розробляється документація, за якої виробництво та використання нового напівфабрикату буде найбільш ефективним (технічні умови, технологічна інструкція, рекомендації з використання готової продукції тощо). Психологічна оцінка композиції (блок 9) полягає в тому, як сприймає споживач нову продукцію, оскільки вона може не відповідати його традиційним смакам та уподобанням, а також передбачає проведення роз'яснювальної роботи з корисності даної продукції для здоров'я.

Решта блоків є практичною реалізацією наведених теоретичних передумов і виконується безпосередньо на підприємствах з виробництва заморожених напівфабрикатів. Виконання блоку 14 передбачено вимогами до інноваційної продукції з точки зору оцінки її конкурентоспроможності та реалізації на внутрішньому і зовнішньому ринках.

Запропоновані нами підходи до отримання заморожених напівфабрикатів узгоджуються з першим принципом харчової комбінаторики – **принципом безпеки та доброякісності**. Згідно з ним, при розробленні

нових видів харчової продукції необхідно використовувати сировину, матеріали та різноманітні добавки, рекомендовані та дозволені для використання в харчовій промисловості (блок 2 рис. 1). Другий принцип харчової комбінаторики – **принцип необхідності (достатності) використання**. Кодекс Аліментаріс трактує його так: коли бажаного ефекту можна досягти шляхом технологічного оброблення природної сировини або напівфабрикатів, то використовувати хімічні добавки недоцільно. Відповідно до наведеного алгоритму, йдеться винятково про натуральну сировину. Третій принцип харчової комбінаторики – **принцип сумісності**. При підборі композиції плодів та ягід ми враховували технологічну та фізико-хімічну сумісність їхніх інгредієнтів. Четвертий принцип – **принцип переваги використання і рівнозначності контролю**. Сутність цього принципу полягає в тому, що при створенні продукції оздоровчого призначення перевагу необхідно надавати природним сировинним матеріалам. П'ятий принцип харчової комбінаторики – **принцип кінцевого контролю і вірогідності декларування**. Реалізація цього принципу визначає необхідність перевірки показників безпеки не лише сировини, а й продуктів на її основі. Останній принцип – **принцип виключення**, суть якого полягає в необхідності змінити рецептуру композиції в разі отримання негативних результатів та можливих побічних ефектів. Саме цим питанням присвячено реалізацію блоків 4-7 у запропонованому алгоритмі.

Висновки. Ґрунтовний підхід до створення композиційної плодово-ягідної суміші є гарантією її прогнозованої функціональності, абсолютної безпеки і широкого попиту у споживачів. Новим підходом у цих дослідженнях є те, що перевага надається використанню не окремих біооб'єктів, а їхніх композицій, складові яких здатні потенціювати дію одна одної як у складі отриманих продуктів, так і на рівні шлунково-кишкового тракту, справляючи різнобічні ефекти, у тому числі радіопротекторні. Композиції радіопротекторної дії рекомендуються до вживання для запобігання негативним впливам малих доз постійного радіоактивного

опромінення як у побуті, так і на виробництві, особливо в екологічно несприятливих районах; як допоміжний засіб у реабілітації хворих, що пройшли курс променевої терапії, а також особам після важких захворювань для підтримання імунного статусу.

Список літератури

1. Тушманова Н.А. О биологическом значении сверхмалых доз. Международный медицинский журнал. 1999. №9-10. С. 547-548.
2. Яковенко А.Ф., Яковенко Б.В. Биохимия: Учеб. пособие. Сумы: Изд-во «Университетская книга», 2001. 374 с.
3. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза продовольственных товаров: учебник. Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1999. 448 с.
4. Хомич Г.П. Плоди дикорослої сировини – джерело біологічно активних речовин для харчових продуктів. Наукові праці ОНАХТ. 2009. Т. 2. Вип. 36. С. 186-190.
5. Шапиро Д.К., Манциводо Н.И., Михайловская В.А. Дикорастущие плоды и ягоды. Минск: Ураджай, 1988. 128 с.
6. Ильина С.И. Двенадцать месяцев здоровья. Киев: Логос, 2000. 320 с.
7. Семенів Д. Дослідження властивостей субстанцій аронії чорноплідної. Проблеми екологічної та медичної генетики і клінічної імунології. 2014. Вип. 1. С. 160-165.
8. Сімахіна Г.О. Основні показники придатності плодів та ягід до заморожування. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. 2018. Т. 29, №1. С. 73-77.
9. Азимов А. Путеводитель по науке. От египетских пирамид до космических станций. Москва: ЗАО Центрполиграф, 2005. 788 с.
10. Сімахіна Г.О., Науменко Н.В. Низькі температури у технологіях оздоровчих продуктів: монографія. Київ: Сталь, 2011. 363 с.

11. Орлова Н.Я., Белінська С.О. Заморожені плодоовочеві продукти: проблеми формування асортименту та якості: монографія. Київ: КНТЕУ, 2005. 335 с.
12. Рыбников К.А. Введение в комбинаторный анализ. Москва: МГУ, 1985. 308 с.
13. Белінська С.О. Наукові і практичні засади розроблення рецептур і формування якості швидкозаморожених плодоовочевих продуктів. Харчова і переробна промисловість. 2009. №11-12. С. 26-28.
14. Притульська Н.В., Гуліч М.П., Мотузка Ю.М. та ін. Ентеральна нутритивна підтримка населення в умовах надзвичайних ситуацій: монографія. Київ: КНТЕУ, 2018. 280 с.
15. Сербін А.Г., Сіра Л.М., Слободянюк Т.О. Фармацевтична ботаніка: підручник. Вінниця: Нова книга, 2007. 488 с.
16. Сімахіна Г.О., Халапсіна С.В. Особливості заморожування ягід із ніжною текстурою. Наукові праці НУХТ. 2015. №4. С. 198-206.
17. Сімахіна Г.О., Халапсіна С.В. Отримання заморожених напівфабрикатів дикорослих ягід зі щільною покривною тканиною. Наукові праці НУХТ. 2016. №3. С. 198-206.
18. Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. 548 с.
19. Петрова В.П. Биохимия дикорастущих плодово-ягодных растений. Киев: Вища школа, 1986. 287 с.