

6.3 Спеціальні харчові продукти як високоефективні профілактичні засоби мінімізації дії радіації

На сьогодні доведено, що навіть малі дози постійно діючого радіоактивного опромінення можуть викликати легку форму променевої хвороби, зниження імунітету і негативні віддалені наслідки. Радіонукліди, які потрапили в організм людини, здатні накопичуватись у тканинах і органах, дуже повільно виводяться і спричинюють різноманітні захворювання, зокрема онкологічні. І в такій ситуації все більше уваги і в медицині, і в нутриціології приділяється профілактичним заходам захисту організму людини від радіоактивних ушкоджень, а пріоритетного значення набувають нутрієнти радіопротекторної та адаптогенної дії. Ці чинники визначають актуальність даної роботи, а практична реалізація такої профілактики пов'язана з розробленням та виробництвом функціональних харчових продуктів і дієтичних добавок на основі сировини з підвищеним вмістом радіопротекторів.

Метою даної роботи є науково обґрунтований вибір рослинних джерел сполук із підвищеним вмістом компонентів радіопротекторної, адаптогенної та антиоксидантної дії і розроблення способу отримання дієтичної добавки для захисту організму людини від малих доз іонізуючої радіації.

Практично все населення України перебуває під постійним впливом малих та надмалих доз радіоактивного опромінення, яке викликає більш серйозні наслідки, ніж високі дози короткочасного опромінення. І на основі того, що відомо на сьогодні, можна говорити про високу активність малих і надмалих доз, зокрема показано, що надмалі дози опромінення викликають розриви в молекулах ДНК, впливаючи на геном людини.

У зв'язку з цим, необхідно виділити один із найважливіших чинників, що впливає на стан здоров'я людини і популяції та здатен захистити організм від ендо- та екзогенних забруднювачів – чинник харчування. Хімічний склад їжі як у традиційному її розумінні (вміст харчових та біологічно активних речовин), так і з урахуванням неаліментарних компонентів, зокрема радіонуклідів, справляє

регульований вплив на всі системи живого організму, які відповідають за транспорт, метаболізм, знезараження та елімінацію ксенобіотиків. Ось чому проблема профілактики їх надходження та виведення з організму людини – одна з найважливіших для населення України.

Серед багатьох медикаментозних речовин та компонентів харчових продуктів, вивчених як засіб зменшення всмоктування у шлунково-кишковому тракті та накопичення в організмі радіонуклідів стронцію та цезію (одних із найбільш радіотоксичних елементів), увагу дослідників привернула альгінова кислота, органічні кислоти, вітаміни-антиоксиданти. Однак спектр природних біокомпонентів з радіопротекторними властивостями набагато ширший. І тому розвиток ґрунтовних досліджень з пошуку нових природних джерел для отримання широкого спектру функціональних інгредієнтів, дієтичних добавок та продуктів радіопротекторної дії як для безпосереднього вживання, так і для збагачення традиційних харчових середовищ, є актуальним напрямом сьогодення і в медицині, і в сфері харчових технологій.

Найбільш швидким і економічно вигідним шляхом створення композицій радіопротекторної дії є виробництво дієтичних добавок, яке можна організувати на підприємствах фармацевтичної і харчової промисловості, приватних підприємствах (таких, наприклад, як ПП «Доктор Хелсі», м. Дніпро; ТОВ «Еліт-Фарм», м. Дніпро; «БіоТехнологія», м. Київ). Відповідно до Закону України №771/97-ВР «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів», дієтичні добавки віднесено до харчових продуктів, що споживаються у невеликих кількостях додатково до звичайного раціону і які є концентрованим джерелом поживних речовин. Тобто, і з законодавчої точки зору дієтичні добавки можна розглядати як ефективні засоби забезпечення організму людини інгредієнтами радіопротекторної дії.

За останні 36 років загальний фон радіоактивності довкілля значно зріс. Подальшому його підвищенню сприяє дифузія радіоактивних речовин з місць захоронення відходів АЕС і особливо аварія на Чорнобильській атомній станції. Не існує безпечних способів зберігання радіоактивних відходів і немає

безпечних доз опромінення. Радіоактивний фон в усьому світі призводить до передчасної старості, природжених дефектів, росту дитячої смертності, поширенню раку та лейкемії, а також раніше не відомих інфекційних захворювань. Основною причиною цих страждань людства є непередбачувано серйозний вплив малих доз опромінення протягом тривалого часу [261].

В умовах впливу іонізуючої радіації складаються ефекти онкогенних чинників, таких як джерела гепатотоксичних нітросполук, поліциклічні ароматичні вуглеводні, різноманітні забруднювачі харчових продуктів, що утворюються при технологічному та кулінарному обробленні. Небезпека виникнення злоякісних новоутворень різко підвищується при сумісній дії іонізуючої радіації та названих онкогенних чинників.

Загальновідомо, що використання засобів специфічної профілактики радіаційних уражень є важливим елементом захисту організму в умовах загального опромінення від зовнішніх джерел. Водночас доведено [262], що при ураженні радіоактивними сполуками динаміка накопичення організмом поглинутої дози істотно відрізняється від характеру її формування в умовах миттєвого чи швидкоплинного – нейтронного або рентгенівського опромінення. При постійному надходженні радіоактивних сполук в організм період формування гостроефективної дози в органах і тканинах виявляється більш тривалим, оскільки цей процес визначається ядерно-фізичними властивостями радіонуклідів і часом перебування їх в організмі.

Тому одноразове профілактичне використання радіопротекторів (термін ефективною дії яких переважно короткий) з метою «нейтралізації» частини сумарної дози опромінення явно недостатнє та й недоцільне [263]. Тому в концептуальному плані можна ставити питання щодо тривалого використання радіопротекторів на фоні постійного внутрішнього опромінення для підтримання в організмі ефективно діючої концентрації препарату захисної дії. З цією метою використовують різноманітні ентеросорбенти, високоокислену целюлозу, сорбенти на основі природних полімерів.

Однак декорпорує дія цих препаратів обмежена. Доведено, наприклад, що пектини малоефективні стосовно зменшення всмоктування радіонуклідів стронцію в шлунково-кишковому тракті, оскільки вони не утворюють стійких комплексних сполук зі Sr^{2+} . Тривале (понад місяць) вживання ентеросорбентів на основі активованого вугілля та природних полімерів призводить до істотного мінерального дисбалансу, погіршення формули крові, викликає стійкий дисбактеріоз [263], оскільки будь-який сорбент, поглинаючи і виводячи із організму радіоактивні елементи, одночасно зв'язує і нерадіоактивні.

Тому на даний час склалась ситуація, що виключає доцільність ефективного застосування названих моносорбентів. Реальнішим видається досягнення зазначеної мети, якщо йти шляхом розроблення радіозахисних рецептур та багатокомпонентних комплексів. Таким чином можливо вирішити декілька завдань: забезпечення вищого рівня захисту, зниження побічних та небажаних ефектів протипроменевих препаратів, і, нарешті, досягнення більш раннього прояву дії та подовження її, що сприяє корегуванню доз на підставі потенціювання або простої сумації зазначених ефектів [264].

Серед багатьох медикаментозних речовин та компонентів харчових продуктів, вивчених як засіб зменшення всмоктування у шлунково-кишковому тракті та накопичення в організмі радіонуклідів стронцію та цезію, увагу дослідників привернула альгінова кислота, органічні кислоти [265], вітамін-антиоксиданти [266] тощо, тобто натуральна сировина та її біокомпоненти. Разом з тим, пошук таких інгредієнтів необхідно проводити і далі, зважаючи на багатий рослинний світ України. Вони здатні не лише знизити накопичення радіонуклідів в організмі, а й підвищити його опірність до багатьох шкідливих чинників, у тому числі до іонізуючого опромінення, нормалізувати стан ендокринної, імунної та кровотворної систем [267].

Заходи профілактичного та оздоровчого харчування в зоні хронічного опромінення життєво важливі, особливо за умов, коли більшість населення має постійний мікроелементний, вітамінний та амінокислотний дефіцит, недостатнє надходження поліненасичених жирних кислот та вітамінів при вуглеводно-

жировому надлишку харчування. Такі хронічні деформації гомеостазу призводять до закономірного зниження резервного потенціалу імунних (вітамінний та амінокислотний дефіцити) та нейроендокринних (мікроелементний дефіцит) функцій, що різко підсилюються фоновую токсичністю середовища та харчових продуктів.

Сучасна концепція радіопротекторного харчування, тобто загального дієтичного захисту, вкупі із фоновим дотриманням загальних норм здорового харчування, особливо щодо достатньої кількості натуральних амінокислот, вітамінів та мікроелементів для профілактики імунних та нейроендокринних дисфункцій, охоплює три основних напрями [268]:

1. Попередження надходження радіонуклідів шляхом насичення організму стабільними сполуками за принципом конкуренції, коли радіоактивні елементи не можуть включатись до складу клітин організму. Для цього необхідна достатня кількість органічного йоду. Поповнення конкурентів цезію (калію, меншою мірою – натрію) та стронцію (кальцію, меншою мірою – магнію та міді) також повинно надходити з відповідними продуктами, мінеральною водою, екстрактами [269]. Таким чином можна запобігти вторинному внутрішньому опромінюванню.

2. Гальмування процесу накопичення радіонуклідів і попередження їхньої руйнівної активності, внутрішньоклітинне гасіння біологічної агресивності радіації шляхом введення в організм металів-мішеней, перехоплювачів (перш за все заліза, кобальту, міді, нікелю, кремнію), сірковмісних тілових ферментів, сполук-пасток, антиоксидантів та адаптогенів, що не лише веде до достовірного захисту, а й до ефекту стимулювання загальних біологічних, імунних процесів.

3. Видалення радіотоксинів та інших ксенобіотиків з організму як профілактичний захід завдяки достатній кількості в раціоні різних харчових волокон, перш за все низькометильованих пектинів, та вживанню сорбуючих компонентів, зокрема альгінатів [262, 266].

Варто ще раз підкреслити, що зазначені заходи будуть успішними в разі дотримання загальних норм здорового харчування, передусім надходження з

їжею достатньої кількості повноцінних білків. Це дає змогу підвищити загальну резистентність до хронічного внутрішнього опромінення та інфекцій, а також знижує рівень інкорпорації радіонуклідів.

Саме тому при конструюванні продуктів радіопротекторної дії необхідно за можливості збагачувати не лише їхній мікроелементний, а й амінокислотний склад. Перспективними джерелами функціональних інгредієнтів, багатих на амінокислоти, є спіруліна, зародки пшениці, проросле зерно пшениці та інших зернових, культури міцелію вищих грибів, люцерна.

Серед пріоритетних застережень щодо харчування в умовах хронічного опромінення фахівці називають також неприпустимість зловживання неякісними жирами, оскільки вони являють собою основу для перекисного окислення ліпідів, беруть участь в утворенні радіотоксинів, руйнуючи імунну систему, є провідниками в організм та накопичувачами гідрофобних ксенобіотиків, зокрема пестицидів, що потенціюють дію іонізуючого опромінення [270]. Система антиоксидантного захисту організму забезпечує цілісність найважливіших субклітинних біоструктур – мембран та ядерного геному. Речовини-антиоксиданти харчових продуктів підсилюють внутрішні протипроменеві ресурси організму, уповільнюють чи зупиняють реакції вільнорадикального окислення і, отже, зменшують утворення ендогенних радіосенсибілізаторів, радіотоксинів [271].

Антиоксидантна дія функціонального харчового продукту великою мірою забезпечується наявністю *вітаміну А та каротиноїдів, вітамінів С та Е, а також мікроелементу селену*. Крім того, необхідна оптимальна кількість біогенних мінералів.

Каротиноїди належать до незамінних чинників харчування, оскільки не є ендогенними сполуками. Вони мають регулярно надходити в організм з їжею, особливо як антиоксиданти, оскільки інактивують синглетний кисень. Доцільніше використовувати каротиноїди в якості профілактичного, а не терапевтичного радіопротекторного засобу [266]. β -каротин, що міститься зокрема в гарбузах, порівняно з ретинолом (вітаміном А) має вкрай низьку

токсичність навіть у найвищих дозах. Дослідники відзначають його важливе значення для лікування віддалених наслідків радіації і рекомендують збільшити споживання продуктів, багатих каротиноїдами, з метою зменшення ризику радіаційного і спонтанного канцерогенезу [270].

При цьому навіть невелику аліментарну недостатність β -каротину або ретинолу, що не веде до якихось клінічних проявів гіповітамінозу, слід розглядати як фактор, що підвищує чутливість організму до радіації і збільшує канцерогенний ризик [272]. Харчові волокна різних рослин можуть також зв'язувати певні радіоізотопи, не впливаючи на інші сполуки. Тому важливо споживати різні харчові волокна в дозі 25-40 г на добу, що забезпечує фізіологічну детоксикацію організму.

Перспективним інгредієнтом для конструювання продукції з радіопротекторною дією є *бурштинова кислота*, або харчова добавка Е 363 за європейською системою кодифікації. Бурштинова кислота сприяє підвищенню неспецифічної імунорезистентності, протекції клітинних структур від перекисного і вільнорадикального окислення, нормалізації нейроендокринної регуляції. Бурштинова кислота запобігає перекисному окисленню ліпідів (ПОЛ) в організмі, яке різко активізується при опромінюванні. Радіопротекторна дія бурштинової кислоти в основному пов'язана із впливом на метаболічні клітинні процеси (зменшення оксигенації цитоплазми і ядра, активація клітинного дихання, збільшення числа АТФ і білків) [263].

Цинк і селен у значних кількостях [274] – потужні антиоксиданти. Роль ультрамікроелементу *селену* серед біологічних антиоксидантів варто виділити особливо. Спектр дії селену досить широкий. Він виконує каталітичну, структурну та регуляторну функції, взаємодіє з вітамінами, ферментами та біологічними мембранами, бере участь в обміні жирів, білків і вуглеводів. Під його впливом відбувається зміна швидкості утворення АТФ. Селен функціонує в окисно-відновлювальній системі клітинних мембран і входить до одного з найпотужніших антиоксидантних ферментів – глутатіонпероксидази [275].

Зародки пшениці є побічним продуктом у виготовленні пшеничного борошна, який використовується в харчовій промисловості для збагачення продукції. Містять наступні компоненти, суттєві для досягнення радіопротекторного ефекту: *селен, цинк та вітамін E* у значній кількості як потужні антиоксиданти; унікальний *комплекс незамінних амінокислот*. Важливість амінокислот для радіопротекції переконливо доведено на досвіді наслідків аварії на ЧАЕС, у тому числі клінічно [276, 277]; *залізо* як метал-мішень, що сприяє гасінню ефекту опромінювання шляхом зв'язування каталізаторів вільнорадикальних процесів; *мідь*, що виступає конкурентом Sr^{85} ; *інші макро- та мікроелементи* як чинник загального нейроендокринного здоров'я організму людини; *поліненасичені жирні кислоти (лінолева, ліноленова)*, що забезпечують засвоюваність каротиноїдів; *вітаміни групи B* як синергісти антиоксидантної дії селену.

Аварія на Чорнобильській АЕС, випробування ядерної зброї, радіоактивні відходи атомних об'єктів спростували поняття «мирний атом» та призвели до радіоактивного забруднення великих територій нашої країни. У зв'язку з цим, радіонукліди переходять у сільськогосподарську сировину і, відповідно, отримання з неї продукти. Така ситуація прогнозується і на майбутні десятиліття, тому науковці здійснюють інтенсивний пошук засобів профілактики накопичення радіонуклідів в організмі тварин та людей, а також прискорення їх виведення природним шляхом.

Засоби для реального захисту організму від тривалої дії низькоінтенсивного опромінення мають бути спрямовані на обмеження розвитку післярадіаційних реакцій, підтримання та підвищення власних захисних сил організму. Вони мають бути нетоксичними і придатними до тривалого застосування. Тому в системі такого захисту важлива роль відводиться спеціально розробленим харчовим продуктам, окремим нутрієнтам та дієтичним добавкам. Аліментарний шлях їх надходження в організм людини є найбільш природним, широкодоступним і не сприймається як лікування.

Різноманітний спектр рослинної сировини на території України дає можливість обрати найбільш придатні види для отримання дієтичних добавок радіопротекторної дії. Це культивовані і дикорослі ягоди, зелена маса рослин, зародки зернових, прянощі, які й стали предметом наших досліджень.

Експериментальну частину роботи розпочинали із з'ясування відповідності складу ягід чорної смородини тим критеріям, які визначають радіопротекторну спрямованість дієтичної добавки. На сьогодні відомо понад 50 сортів чорної смородини, що культивується і вирощується в Україні. Для проведення досліджень ми обрали сорти смородини, що, за літературними даними, відзначаються найбільшим вмістом аскорбінової кислоти: «Неаполітанська», «Єдина», «Находка», «Лія плодюча», «Чемпіон Примор'я», «Солодкоплідна», «Голубка», «Велетень», «Каскад». У вибраних сортах смородини визначали вміст основних показників і отримані дані систематизували у таблиці 1.

Таблиця 1.

Біохімічний склад свіжих ягід смородини різних сортів

Сорт	Вміст сухих речовин, %	Загальна кількість цукрів, %	Вміст інвертного цукру, %	Вміст вітаміну С, мг / 100 г	Кислотність, %
Неаполітанська	14,2±0,03	6,1 ± 0,04	5,2 ± 0,04	220±0,09	3,32±0,06
Єдина	12±0,08	6,0±0,03	5,1±0,06	215±0,08	3,58±0,09
Находка	11,4±0,02	4,8±0,06	4,6±0,07	198±0,3	3,36±0,001
Лія плодюча	14±0,07	5,4±0,02	4,8±0,05	284±0,1	3,78±0,05
Чемпіон Примор'я	9±0,05	4,5±0,07	4,0±0,03	245±0,02	3,70±0,02

З даних таблиці видно, що ягоди смородини вирізняються багатим хімічним складом. Загальна кількість цукрів коливається від 4,5 до 6,1 за масою ягід. Цінним є те, що понад 90% загального вмісту цукрів складає інвертний цукор, причому переважає фруктоза, а глюкози значно менше.

Вміст вітаміну С коливається від 198 до 284 мг %, хоча в літературі зустрічаються дані, за якими вміст аскорбінової кислоти досягає 1000...1500 мг %. Разом з тим, слід зазначити, що для будь-яких сортів смородини максимальну кількість вітаміну С містять незрілі ягоди. В міру їхнього досягання С-вітамінна активність знижується і різко падає для перестиглих ягід. Тому для отримання дієтичних добавок та поліфункціональних збагачувачів із підвищеним вмістом аскорбінової кислоти доцільно в якості її природного джерела обирати недозрілі ягоди. Кислотність ягід смородини коливається від 3,32 до 3,78 % (за органічними кислотами). В основному це лимонна, яблучна, щавлева, кавава кислоти.

Створюючи дієтичні добавки радіопротекторної дії, основну увагу надаємо тим компонентам рослинної сировини, які підвищують адаптаційні можливості організму людини за рахунок високого вмісту вітаміну С, біофлавоноїдів, органічних кислот. До таких сортів ягід смородини слід віднести наступні: Солодкоплідна, Голубка, Велетень, Каскад (таблиця 2).

Таблиця 2.

Вітамінний склад ягід смородини різних сортів

Сорт	Вміст аскорбінової кислоти, мг / 100 г	Вміст біофлавоноїдів, мг / 100 г	Вміст органічних кислот, %
Солодкоплідна	285 ± 0,04	2346 ± 0,2	3,8 ± 0,006
Голубка	224 ± 0,06	1994 ± 0,04	4,2 ± 0,004
Велетень	315 ± 0,03	3234 ± 0,1	4,6 ± 0,003
Каскад	162 ± 0,04	1744 ± 0,3	3,6 ± 0,002

Аналіз табличних даних свідчить про те, що за складом БАР перші три сорти ягід смородини є ефективним джерелом і аскорбінової кислоти, і біофлавоноїдів, і органічних кислот, тобто вони цілком придатні для виробництва дієтичних добавок. Для отримання порошкоподібних дієтичних добавок ягоди чорної смородини висушували низькотемпературним способом.

Для вибору оптимального значення температурного режиму, при якому втрати БАР будуть найменшими, дослідження проводили при температурах 35, 45 та 55 °C, у сушарці EZIDRI. Аналізуючи співвідношення зміни вмісту води в ягодах і тривалості сушіння при постійній температурі, виявили цікавий факт. У період постійної швидкості сушіння видалення вологи незначно залежить від температури процесу – протягом 180 хв. залишкова вологість становить 58% при 35 °C, 46 % – при 45 °C, 44% – при 55°C. В період спадаючої швидкості (через 210 хв. після початку процесу) ефект видалення вологи уже істотно залежить від температури: через 260 хв. сушіння при 55 °C уже практично видалено всю вільну вологу і досягнуто 10 % вологості, тоді як при температурі 35 °C залишкова вологість становить 48% і лише через 480 хв. вона досягає рівня 10%. З точки зору інтенсифікації процесу, доцільнішою є температура 55°C, однак додаткові дослідження показали, що менші втрати БАР досягаються при температурі 45°C, яку й було обрано оптимальною.

У висушених ягодах смородини визначили вміст основних біокомпонентів у зіставленні зі свіжими ягодами (табл. 3 і 4).

Таблиця 3.

Вміст основних вітамінів, мг / 100 г

Показники	Свіжі ягоди	Висушені ягоди
Вітамін С	238,5±0,01	482±0,05
Поліфенольні сполуки	2445±0,05	4384±0,8
Каротиноїди	13,4±0,01	67±0,04

Таблиця 4.

Вміст мінеральних елементів

Показники	Вміст	Добова потреба
Калій, мг	1230	2,0...4,0 г
Кальцій, мг	28670	0,8...1,2 г
Магній, мг	476	0,3...0,4 г
Фосфор, мг	412	1,0...1,2 г
Хлорид, мг	324	4,5...5,0 г
Натрій, мг	366	3,5...4,0 г
Залізо, мг	180	10,0...18,0 мг
Селен, мкг	76	150...200 мкг

З наведених даних видно, що, порівняно зі свіжою сировиною, вміст біологічно активних речовин у готовому продукті за рахунок концентрування у процесі сушіння перевищує аналогічні показники у декілька разів, що свідчить про його високу харчову та біологічну цінність. Поєднання біофлавоноїдів з аскорбіновою кислотою та каротиноїдами потенціює їхні властивості. Для композицій радіопротекторної дії суттєвим є також факт синергії вітаміну С та селену і сприяння відновленню у кишківнику іонів Fe^{3+} до Fe^{2+} , що є умовою всмоктування заліза – металу-мішені радіоактивного стронцію.

Аналогічні дослідження провели з люцерною, визначивши її основні біохімічні показники, передусім білкову складову. Наприклад, встановлено доцільність отримання дієтичних добавок з люцерною, оскільки її білкові сполуки майже на 70,0% представлені легкорозчинними компонентами високої біологічної цінності. Білки люцерни містять 18 основних амінокислот, серед них усі незамінні – ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, фенілаланін, треонін, триптофан, валін. Це свідчить про їхню біологічну повноцінність. Загальний вміст білків люцерни, залежно від сорту, становить від 3,2 до 4,8% до маси.

Літературні дані та отримані результати експериментальних досліджень дають підстави для формування дієтичної добавки радіопротекторної дії. При

створенні нової фітокомпозиції слід також урахувати синергізм дії аскорбінової кислоти з бурштиною (у співвідношенні 10 : 1), що сприяє відтворенню природних реакцій мобілізації енергетичного обміну в організмі [276]. Саме перетворення бурштинової кислоти пов'язане з виробленням підвищеної кількості енергії, необхідної для забезпечення життєдіяльності організму в умовах несприятливого екологічного довкілля. А взаємодія з аскорбіновою кислотою дає можливість значно підвищити потужність системи енерговироблення, активізуючи адаптаційні та резистентні властивості організму в умовах постійного радіоактивного опромінення малими дозами. Враховуючи усі зазначені чинники, пропонуємо такий якісний та кількісний склад композиційної суміші (по свіжій сировині):

ягоди чорної смородини – 68%; зародки пшениці – 10%; люцерна – 15%; чорний перець – 2%; бурштинова кислота – 5%.

У такій композиції дотримано оптимальне співвідношення між вмістом аскорбінової кислоти та біофлавоноїдами (1 : 4) і аскорбіновою та бурштиною кислотами (10 : 1).

Усі компоненти суміші отримуємо у вигляді сухих матеріалів із застосуванням низькотемпературного сушіння. Особливістю отримання компонентів дієтичної добавки є те, що всі складники потрібно сушити окремо, адже вони мають різну вихідну вологість. При цьому температура залишається в межах 40-45 °С, а тривалість буде визначатися початковою вологістю матеріалу і необхідністю отримання сухого продукту з вологістю 10-12%. Отримана добавка відповідає принципам харчової комбінаторики і формулі харчування ХХІ століття: «якість, безпека, ефективність».

Послідовність отримання дієтичної добавки така: попередньо підготовлені висушені матеріали, відповідно до рецептури, подрібнюють до дисперсності 150-250 мкм і змішують у необхідних пропорціях, основну частку яких становить порошок ягід чорної смородини (65%). Отриману суміш можна представити у вигляді порошку, гранул, мікрокапсул. Дієтичну добавку використовують як додаткове джерело сполук антиоксидантної дії або для збагачення традиційних

харчових середовищ і, оскільки дієтичні добавки належать до групи харчових сполук, а не фармпрепаратів, то розраховувати добову дозу їх вживання не потрібно, а лише орієнтуватись на рекомендації з добових потреб в основних біокомпонентах.

Наводимо орієнтовний склад дієтичної добавки за основними біокомпонентами (на 100 г добавки): вміст пектинових речовин – 9,6-14,0 г; вміст білків – 12,8-15,6 г; вміст аскорбінової кислоти – 160-201 мг%; вміст поліфенольних сполук – 2345-2470 мг%; вміст каротиноїдів – 12-16 мг%; вміст кальцію – 24015 мг%; вміст калію – 1020 мг%, вміст бурштинової кислоти – 5 г.

Рівень мікробіологічної чистоти такої композиційної суміші у вигляді дієтичної добавки як щойно отриманої, так і через 6 місяців зберігання не перевищує гігієнічних нормативів (таблиця 5).

Таблиця 5.

Рівень мікробіологічної чистоти дієтичної добавки

Показник	Гігієнічний норматив	Щойно отримана	Через 6 місяців зберігання
МАФАнМ, КУО/г	$5,0 \cdot 10^4$	$2,1 \cdot 10^2$	$2,8 \cdot 10^2$
БГКП (коліформи) в 0,1 г	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено
Плісені, КУО/г	$5,0 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено
Дріжджі, КУО/г	$2,0 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено

На підставі літературних даних зроблено висновок, що малі дози іонізуючої радіації підвищують частоту генетичних порушень в опромінених клітинах організму. Це викликає різноманітні генетичні дефекти, що, окрім виникнення різних захворювань, призводить до народження дітей зі спадковими аномаліями. Використання штучних ентеросорбентів та класичних медикаментозних радіопротекторів неефективне для масової профілактики радіаційних уражень. Більш того, фахівці-радіобіологи переконані, що у вирішенні проблеми первинної та вторинної профілактики застосування таких препаратів є інколи

навіть шкідливим. Їх використання виправдане лише в разі гострих променевих уражень. Тому таку профілактику доцільно реалізувати аліментарним шляхом. Це пов'язано з розробленням і виробництвом дієтичних добавок із оптимальною концентрацією сполук радіопротекторної, адаптогенної, антиоксидантної дії. Їх постійне надходження в організм людини зменшує дозу внутрішнього опромінення, прискорює процес декорпорації радіонуклідів, підвищує стійкість організму до несприятливих зовнішніх впливів. Сільськогосподарська, лікарська, дикоросла сировина, розповсюджена на території України, є багатим джерелом сполук-протекторів. Науково обґрунтований вибір рослинних культур і створення композицій цільового призначення дає можливість розробити рецептури нових продуктів, дієтичних добавок для масової профілактики радіаційних впливів.

Такими є основні напрями протипроменевого використання компонентів харчових продуктів та дієтичних добавок як засобів подолання певних механізмів променевого ураження. Зрозуміло, що найбільш перспективними є ті дієтичні добавки, котрі діють на декілька механізмів регулювання процесів в організмі людини, для виробництва яких в Україні є достатня кількість сировини і які мають компоненти з вираженими радіопротекторними, антиоксидантними, адаптогенними властивостями. Використані в роботі ягоди чорної смородини, люцерна, зародки пшениці, чорний перець, бурштинова кислота є досить перспективними для виробництва дієтичних добавок. Разом з тим, спектр рослинної сировини для дієтичних добавок цільового призначення може бути значно розширений, тобто даний напрям роботи є перспективним і вартим уваги науковців та практиків.