



# KAPITEL 1 / CHAPTER 1<sup>1</sup>

## FOOD PRODUCTS FOR SPECIAL PURPOSES FOR PEOPLE UNDER CONSTANT STRESS

DOI: 10.30890/2709-2313.2023-23-01-011

### Вступ

"Тихим вбивцею" ХХІ століття називають хронічний стрес, ігнорування сигналів та відкладення проблеми до останнього, які посиляє організм людини, призводить до чисельних смертей чи інвалідності. Для забезпечення працездатності людини в таких умовах потрібно забезпечення функціональної надійності усіх систем організму, стійкості і резервних можливостей організму. Оптимізація раціону харчування в екстремальних умовах за рахунок спеціальних харчових продуктів для даних умов (біологічно повноцінних і збалансованих за основними нутрієнтами продуктів) є важливим завданням для науковців у цій сфері діяльності.

### 1.1. Вплив хронічного стресу на організм людини. Механізми стресу і адаптації

Під впливом хронічного стресу центральна нервова система (ЦНС) стає вразливою, що може стати причиною переїдання, недоїдання, зловживання алкоголем, наркотиками або призвести до змін у поведінці, соціальної абстиненції. Реагуючи на стрес, людина, намагаючись розподілити багату на кисень кров по тілу, дихає швидше. Стрес може завдати труднощів, якщо ви маєте такі проблеми з диханням, як астма чи емфізема. Серце також працює швидше у стані стресу. Судини стискаються і задля забезпечення сили для термінової реакції спрямовують більше кисню у м'язи. Це сприяє підвищенню кров'яного тиску. Постійна гіпертонія посилює ризик інсульту й серцевого нападу. Своєю чергою це викликає больові відчуття по всьому тілу, бо хронічний стрес тримає м'язи в постійній напрузі. У стані стресу печінка виробляє додатковий цукор (глюкозу), щоб забезпечити нас енергією. Але організм може не впоратися з підвищеним рівнем глюкози, якщо цей стан перетікає у хронічний. Це збільшує ризик розвитку діабету II типу [1–2].

---

<sup>1</sup>*Authors: Svidlo Karyna Vladimirovna, Lazarijeva Tetiana Anatoliivna, Karolop Olena Oleksandrivna*



Особливе місце в формуванні патологічних проявів і порушенні фізіологічних процесів у людини належить факторам довкілля. Стресом називається неспецифічний нейроендокринний компонент мобілізаційної відповіді цілісного організму на будь-яку вимогу (стресор), що пред'являється. Стресори: 1) подразники, які реально загрожують гомеостазу (наприклад, біль, гіпоксія, голод, антигенна агресія); 2) подразники несподівані або такі, що порушують стереотип; 3) подразники, потенційно небезпечні (на основі попереднього досвіду [1, 3–4].

Стрес як нейроендокринний процес вперше в 1936 році описаний канадським патофізіологом Г. Сельє [4]. Стресори різного походження призводять до численних порушень метаболізму, які відомі як “хвороби адаптації”. За сучасними уявленнями, життєздатність організму в надзвичайній ситуації тим вище, чим краще клітини життєво важливих органів переносять гіпоксію. Це стосується усіх видів гомеостазу, репродуктивної функції, диференціації, імунітету, росту та розвитку як людини, так і тварин. На сучасному етапі розвитку медико-біологічних наук актуальною проблемою є вивчення хелатоутворюючих металів у клітинах при дії на організм стресових та патогенних факторів і фізіологічних подразників, а також загальних закономірностей змін клітинного метаболізму. Вивчення характеру клітинних реакцій на вплив стресорів. із точки зору факторів значний інтерес представляють дослідження щодо ролі міді, магнію, цинку, які беруть участь у багатьох процесах метаболізму. Цинку у клітинах організму людини та тварин його міститься більше, ніж усіх інших мікроелементів, крім того, цинк займає 27 місце серед інших металів у земній корі. Він бере участь у транскрипції генів, диференціації, росту та розвитку організмів, репродукції, імунних реакціях, входить до активного центру білків, більш ніж 300 ферментів. З'ясувати фізіологічну роль цих металів, їх участь у механізмах загального адаптаційного клітинного синдрому та інших адаптаційних процесах допомагає дослідження характеру змін металолігандного гомеостазу при дії стресорів. В організмі людини та тварин існує два різних пули металів. Перший пул міцно зв'язаний з біолігандами, він міститься у всіх клітинах організму та не визначається шляхом забарвлювання хелаторами-хромофорами. Перший пул впливає на стабільність біомембран і входить до складу більшості металоензимів. Другий пул слабо зв'язаний з біолігандами, все частіше для нього використовується термін «хелатоутворюючий» (chelatable) метал. При цьому мається на увазі слабо



зв'язаний метал, який визначається в клітинах за допомогою хелаторів-хромофорів [5–6].

«Стадія тривоги» завжди настає на початку стресу при цьому саме відчуття тривоги – хоча і частий симптом, але не обов'язково. На першій стадії виробляються сигнали, що запускають стрес (кортиколіберин, вазопресин, симпатичний нервовий сигнал). На цій стадії організм ще не насичений гормонами надниркових залоз, саме тому адаптивна перебудова метаболізму не завершена і резистентність до гострої гіпоксії ще не підвищена. На цій стадії організм починає продукція аденогіпофізарних гормонів-регулювальників стресу [7].

На «стадії резистентності» формується загальний адаптаційний синдром (ЗАС). Організм насичується глюкокортикоїдами та іншими кортикостероїдними гормонами, а також катехоламінами. У результаті гострої контрінсулярної дії стресових гормонів на метаболізм забезпечується прискорення транспорту кисню та енергосубстратів, й відбувається перерозподіл енергетичних ресурсів на користь органів і тканин (ЦНС, міокард, діафрагмальний дихальний м'яз, самі надниркові залози, гонади, ретіна тощо), що містять у собі інсуліннезалежні транспортери глюкози, мобілізуються глікогеноліз і глюконеогенез. Усе це при гострій гіпоксії надає характерну для стресу протишокову дію. Але лімфоїдні органи, сполучна тканина, опорно-руховий апарат, ліпоцити, ШКТ, судинна стінка і ін. тимчасово виявляються в стані енергетичної депривації. При сильних і тривалих стресуючих діях і функціональні ресурси нейроендокринного апарату можуть бути перевищені. У цьому випадку стрес може доходити до "стадії виснаження" (у тому числі – минувши "стадію резистентності"), а властива ЗАС підвищена неспецифічна резистентність втрачається або не формується [7–9].

Стрес, що призвів до стадії виснаження, позначають як «дистрес». Дистрес – чинник ризику багатьох захворювань («хвороби порушеної адаптації» – атеросклероз, гіпертензія, вторинний імунодефіцит, ожиріння, остеохондроз, артрити і багато інших), що пошкоджують органи і тканини і виявляються при стресі в умовах енергодепривації. Антидоти, які використовуються для зв'язування та виведення з організму токсичних та радіоактивних металів є хелаторами. Сполуки з вираженими хелаторними властивостями можуть утворюватися в самому організмі внаслідок глибоких порушень обміну речовин, все частіше встають питання щодо можливої ролі цих речовин у розвитку різних



захворювань, таких як цукровий діабет, шизофренія, епілепсія, хвороби Паркінсона і Альцгеймера та ін. Зв'язувати метали в хелатовані форми можуть багато лікарських речовин: антимікробні, протипухлинні, психотропні засоби.

Однією з найважливіших проблем сучасної фізіології і медицини є дослідження закономірностей процесу адаптації організму до різних чинників середовища. При дії стресу різного генезу запускаються процеси неспецифічного адаптаційного синдрому. Біологічна сутність будь-якого пристосування організму формується на клітинному рівні. Відомо, що під час дії на організм несприятливих факторів у клітинах багатьох тканин та органів розвиваються загальні зміни, які можна охарактеризувати, як неспецифічний адаптаційний синдром клітинної системи (НАСКС). Наявні в літературі дані вказують на необхідність дослідження взаємовідношення між цинком та міддю, бо в механізмах розвитку НАСКС можливі антагоністичні взаємовідношення між цими металами [9–10].

Передусім, адаптація людини зачіпає широкий спектр загальнобіологічних закономірностей, тому інтереси працівників різних наукових галузей пов'язана з саморегулюванням багатокомпонентних функціональних систем. Для оцінки процесу адаптації спортсменів, міри їх стомлення, рівня тренуваності та працездатності потрібне визначення функціональних змін, що виникають під час навантажень, і є основою для вдосконалення відновних заходів. Тільки на основі усебічного аналізу сукупності реакцій цілісного організму, включаючи реакції з боку центральної нервової системи, гормонального апарату, серцево-судинною і дихальною систем, аналізаторів, обміну речовин та ін. можна судити про вплив фізичних та психологічних навантажень на людину. Вираженість змін функцій організму у відповідь на фізичне навантаження залежить передусім від індивідуальних особливостей людини і рівня її підготовки і стресостійкості. Тільки при розгляді змін функціональних показників організму людини відносно до процесу адаптації можуть бути правильно проаналізовані і усебічно оцінені [2,11].

Проблема стресу в останнє десятиліття набуває все більшої актуальності в різних галузях медицини. Незважаючи на численні фундаментальні та прикладні дослідження в цій галузі, питання боротьби з несприятливими наслідками стресу залишаються найгострішими та найменш вирішеними. Дискусійною залишається необхідність послаблювати прояви стресу, виходячи з його сигнального значення. Стрес, яким організм реагує на екстремальний вплив, що



несе в собі загрозу фізичному існуванню людини або ж її психічному статусу, являє собою особливий функціональний стан (ФС). Стрес виникає як комплексна реакція організму при залученні біохімічних, гуморальних, вегетативних, поведінкових, емоційних та інших психічних процесів [12–14]. В цій праці ми будемо дотримуватися визначення стресу як «... функціонального стану організму, що виникає внаслідок зовнішнього негативного впливу на його психічні функції, нервові процеси чи діяльність периферичних органів» [6, 9]. Адаптація є біологічною функцією стресу, призначення якої полягає в захисті організму від різноманітних загрожуючих, руйнівних впливів (фізичних або психічних). Людина «вмикається» у певний тип діяльності, спрямований на протистояння небезпечним впливам докіль про те й свідчить виникнення стресу. У міру розвитку стресу змінюється ФС і реакції організму. Саме цьому типу діяльності відповідає особливий ФС та комплекс різноманітних фізіологічних реакцій.

Стрес пов'язаний із ланцюгом реакцій, які починаються з вироблення гіпофізом адренокортикотропного гормону (АКТГ). Саме так описується стрес нейроендокринна теорія виникнення і регуляції стресу. Через кору великих півкуль стресор сигналізує гіпоталамуса про те, що виникла небезпека. Мобілізація норадреналіну (НА) відбувається у нейронах гіпоталамуса, що починає активувати норадренергічні елементи лімбікоретикулярної системи і викликає збудження центрів симпатичної нервової системи, що в свою чергу підсилює діяльність симпато-адреналової системи і призводить до звільнення з мозкового шару наднирників у кров суміші адреналіну та НА. Цей процес збагачує кров на 80 – 90 % адреналіном та на 10–20 % – норадреналіном. Гормон стресу (АКТГ) не обмежує свою дію стимуляцією кортикостероїдогенезу. При гострій відповіді організму на пошкодження у цьому гормоні виявляються позанадниркові ефекти, істотні для перебудови метаболізму і фізіологічних функцій органів при стресі та незалежні від кортикостероїдів [15–18]: АКТГ має відстрочену інсулінотропну дію на острівці Лангерганса, чим опосередковано впливає на обмін хелатоутворюючих металів і підсилює змін обміну речовин при стресі поворот до анаболічної фази [19].

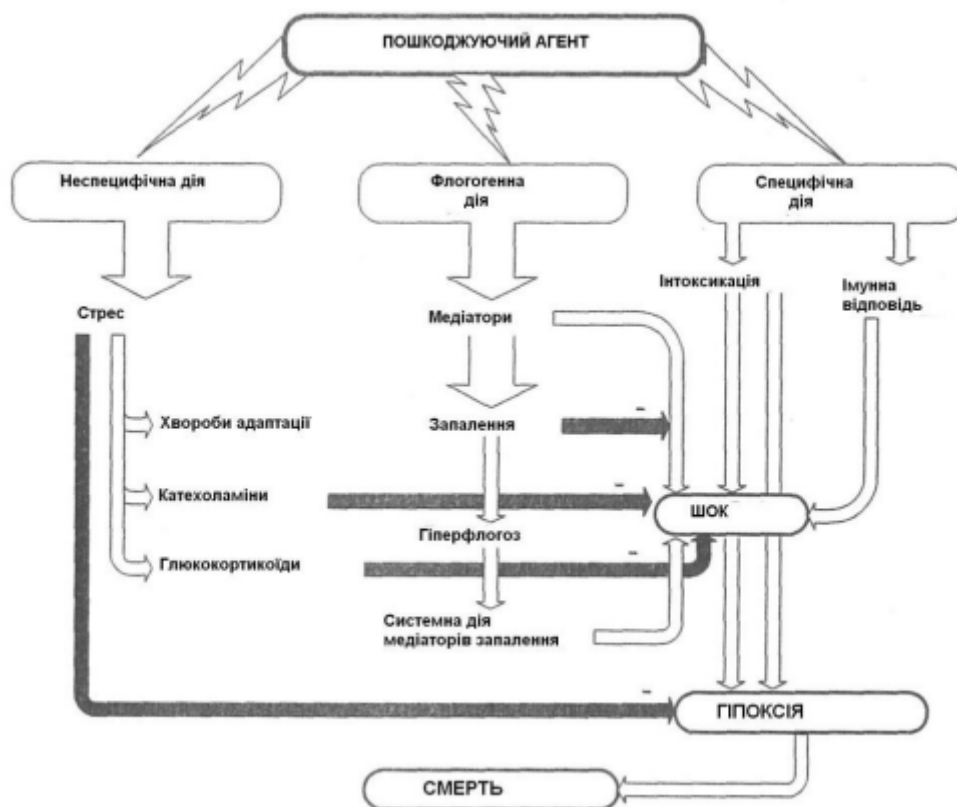
Гіпоталамус відповідає за контроль настановних точок гомеостазу. Фізіологічно цей відділ проміжного мозку регулює тепловіддачу і теплопродукцію, апетит та насичення, спрагу та діурез, індукцію протилежних змін кров'яного тиску [20–22]. При цьому може змінюватися і вміст



хелатоутворюючих металів, але ці питання не досліджували, хоча усі ці показники різко змінюються при стресі [23–24]. За принципом компенсації відхилень метаболічних констант від настановних точок здійснюються головні керуючі впливи гіпоталамуса на обмін речовин за рахунок координованої відповіді ендокринної та автономної нервової системи [25]. Головним елементом лімбічної системи, що координує біологічно доцільну поведінку, визначає, що приємно і бажано, а що неприємно й огидно для індивідів, в їх відчуттях і поведінкових реакціях є всі підстави вважати гіпоталамус [22, 26–28]. Саме тут багато накопичено хелатоутворюючого Zn, у лімбічній системі формується афектний компонент відчуттів і реакцій. У свою чергу, гіпокамп дає можливість управляти стресовими реакціями у відповідь на самі різні сенсорні подразники [27–29]. Стрес у відповідь на ряд стимулреакцій не унеможливує повна деаферентація гіпоталамуса. При цьому стрес-реакція у відповідь на гіпоглікемію, ендотоксемію, гіпоксію, гістамін, антигенну стимуляцію, серотонін – відтворюється в незмінному вигляді, а відповідь на перегрівання зберігаються частково [21–22].

Перебудову метаболізму і фізіологічних функцій, яка різко підвищує виживаємість і стійкість організму до гострої загибелі в екстремальних умовах викликає стрес (рис.1). Залежність енергетичного обміну клітин різних органів і тканин від інсуліну неоднакова. Перш за все, це стосується вуглеводного обміну. Надходження глюкози до різних клітин організму регулюється різними переносниками. Лише частина з білків-переносників експресується за участю інсуліну, інші ж є інсулінонезалежними., в яких виявляються Хелатоутворюючі метали, поглинають глюкозу з плазми без жодної участі механізмів, що запускаються інсуліном [22]. Центральна нервова система, надниркові залози, гонади, сітківка мають особливий запас хелатоутворюючих металів, хоча у той же час, сполучна тканина, лейкоцити, шкіра, органи ШКТ, кістковий мозок – є органами, тканинами й клітинами високо інсулінозалежними [29, 31], це може означати, що вони також залежать від вмісту Zn, як важливої складової інсуліну.

Для підтримки пріоритетного постачання глюкозою, збереження захисту органів і тканин від гострої небезпеки, гострої оборотної діабетоподібної перебудови деяких аспектів обміну речовин, що також впливає на перерозподіл хелатоутворюючих металів, особливо цинку [30, 32]. При стресі гіперглікемія інсулінонезалежних споживачів забезпечується ще і тим, що глюкокортикоїди (і у меншій мірі – катехоламіни) стимулюють глюконеогенез у печінці (у 6–10

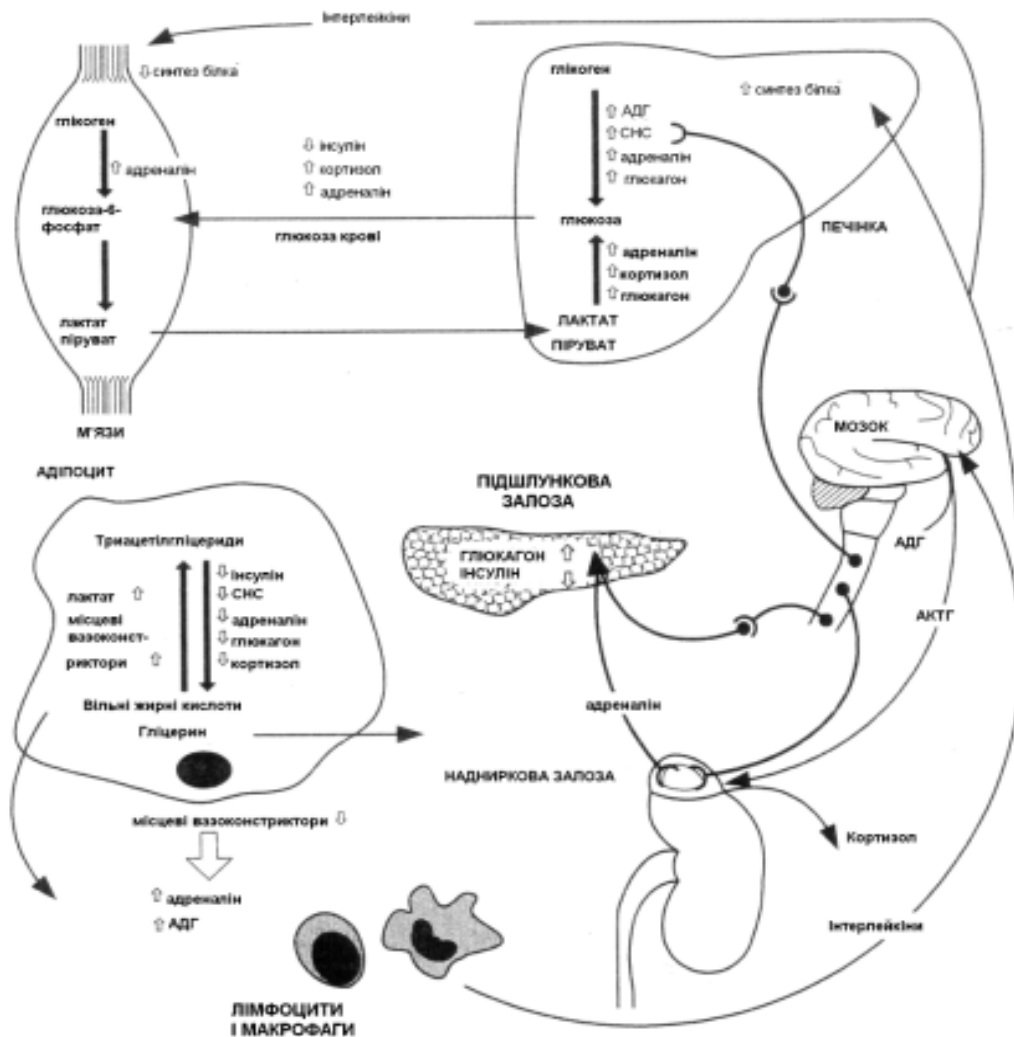


**Рисунок 1 - Деякі співвідношення системних і місцевих захисних механізмів [30].**

разів), печінці (у 6–10 разів), що впливає на обмін Zn і Cu. Це залежить також від посилення надходження глюкогенних амінокислот із скелетних м'язів, у яких також міститься Zn і Cu, але не в хелатованій формі [33–35]. На загальний металолігандний гомеостаз впливають зміни в органах, що містять метали в будь-якій формі [36–37].

На ліпідний обмін впливають ефектори стресу. Активність фосфоліпази і звільнення арахідонової кислоти з фосфоліпідів клітинних мембран сильно гальмують глюкокортикоїди, за участю лептину, а значить – синтез простагладинів, склад мембран і їхню іонну проникність, що потребує зменшення вмісту Zn та Mg, як мембрано-стабілізуючих факторів [24, 30, 38, 39]. Під дією глюкокортикоїдів проходить стимуляції антиоксидантних систем і блокування перекісного окислення мембранних ліпідів, що також потребує перерозподілу Zn та Mg в організмі, або надходження цих металів ззовні з лікарськими речовинами або їжею [32, 40–42]. Дія стресу різнобічна на імунну систему, а також на систему крові та кровотворення. Тромбоцитоутворення посилюються під дією глюкокортикоїдів. При цьому відбувається підвищення

утворення факторів згортання в печінці, у чому беруть участь катіонні білки (дефензини), в результаті стрес призводить до підвищення здатності підвищуватися тромбогенного потенціалу крові, еритроцитозу і тромбоцитозу, що може призвести до синдрому дисемінованого згортання, у чому також беруть участь глюкокортикоїди, а можливо – і симпатичні нерви, при цьому різко змінюється вміст хелатоутворюючих металів [43–44]. При стресі лімфопоез пригнічується, а мієлопоез посилюється. При стресі закономірно розвиваються лейкоцитопенія. Дж. В. Торн запропонував її, до розробки прямих методів виміру концентрацій кортикостероїдів, як непрямий корелятивний показник секреторних функцій кори наднирників [30, 32, 41, 43]. До складу біологічно активних речовин, що беруть участь у стресі та відповіді гострої фази, входять метали (рис. 2).



**Рисунок 2 - Гормональний контроль метаболізму під час відповіді гострої фази і стресу [25]**





Функції шлунково-кишкового тракту також змінюються під впливом стресу. Короткочасну анорексію можуть викликати катехоламіни, але підвищують апетит глюкокортикоїди. Відбувається розслаблення порожнистих органів і знижується моторика, зокрема шлунок, кишечник і жовчний міхур, закриваються сфінктери.

За рахунок вазоконстрикції зменшується секреція слинних залоз, а утворення шлункового і підшлункового соку, кислотність шлункового секрету, експресія пепсиногену і трипсиногену і перетравлююча здатність дуоденального і шлункового вмісту різко зростають. Результат дії стресу визначається на поведінкові функції індивіда і залежить від гормонального фону у фазі виходу із стресу й багато в чому є його результатом для індивіда.

Надзвичайно велика в гормональній відповіді організму на стрес роль такого гормону як інсулін. В умовах дії на організм фруструючих ситуацій або несприятливих екологічних чинників можливе використання декількох механізмів перебудови гормональної регуляції: 1) загальне збільшення продукції глюкокортикоїдів, 2) зміна спектру глюкокортикоїдів у бік відносного підвищення більш активних з'єднань, 3) зниження вироблення інсуліну й одночасно його вміст у крові, 4) поєднання вказаних механізмів [3, 12]. Вже у фазі тривоги, згідно до уявлень Г. Сельє, у стресових ситуаціях підвищується інкреція кортикостероїдів. Вміст глюкокортикоїдів у крові збільшений у фазі тривоги починає зменшуватися у фазі резистентності. Можна стверджувати, користуючись термінологією Г. Сельє, що інсулін характеризує рівні регуляції і відіграє в організмі роль «обумовлюючого чинника» [4, 24]. Значний інтерес представляє формування резистентності в умовах стресу. Людина у високих широтах може жити достатньо довго в умовах хронічної напруги, при якій переважно за рахунок зниження вмісту інсуліну в крові досягається стан резистентності.

Під впливом сильнодіючих чинників виникає. Така реакція в цілому складає стресовий стан загальна неспецифічна адаптаційна реакція організму. У цьому стані головне полягає в тому, що створюється позитивний фон для здійснення специфічних гомеостатичних реакцій й мобілізуються адаптаційні та захисні можливості організму (за Г. Сельє), [4]. Необхідність активації механізму загальної адаптації виникає у міру наростання інтенсивності виконуваних актів життєдіяльності, а також залежно від наростання сили або тривалості дії. Загальні неспецифічні адаптаційні зміни, у свою чергу, за суттю і фізіологічній



ролі тісно пов'язані з енергетичним і пластичним забезпеченням функцій. Центральною нервовою системою здійснюється управління адаптаційними процесами. У цьому виконують основну роль структури гіпоталамуса, мигдалеподібного комплексу, ретикулярної формації і гіпокампа за участю різних кортикальних центрів. Безпосередньо пов'язана із змінами активності ендокринного ансамблю ефекторна частина адаптаційних реакцій, зокрема механізму загальної адаптації. Активувати функцію наднирників можуть пов'язані з емоційною напругою будь-які ситуації в професійній діяльності. Є дані про те, що в тренерів хокейних команд істотно підвищується екскреція адреналіну і норадреналіну під час змагань. Аналогічна ситуація, хоча не так яскраво напружена емоційно, має місце при виступі з доповідями і лекціями у наукових співробітників, викладачів вищих шкіл і керівного персоналу. Було доведено при обстеженні різних груп керівних працівників, що нервово-емоційний компонент при їх розумовій роботі виражається в збільшенні екскреції катехоламінів, що підвищує активність симпато-адреналової системи [29, 31, 39]. Викладання лекції у викладачів вищої школи супроводжувалося збільшенням екскреції гормонів мозкового і кіркового шарів наднирників. При різних видах розумової роботи виявлене збільшення адреналіну і норадреналіну в крові. Під час розумової роботи в основному збільшується екскреція адреналіну, що показують дані про виведення з сечею катехоламінів. Все це стимулює функції гіпофізарно-адренкортикальної системи [36, 43]. До посилення активності ряду ендокринних залоз у зв'язку з наявністю м'язової роботи або емоційно-розумової напруги може привести професійна праця. У свою чергу ці зміни залежать від зовнішніх умов праці та добової ритміки ендокринних функцій. Активність гіпофізарноадренкортикальної і симпато-адреналової систем знижується під впливом стомлення як при м'язовій, так і розумовій роботі. Монотонність праці є також чинником, який пригнічує в робітників адренкортикальну активність. В основі будь-яких змін психічного стану й поведінки, обумовлених стресом, полягає тривога. Істотний елемент процесу адаптації визначив професор Березин тривожний ряд: 1) відчуття внутрішньої напруженості – створює тяжкий дискомфорт, не має яскраво вираженого відтінку загрози, є лише сигналом її наближення; 2) гіперестезичні реакції – раніше ніж нейтральні стимули набувають негативне забарвлення наростає тривога, підвищується дратівливість; 3) власно тривога – проявляється відчуттям невизначеної загрози, центральний елемент розглянутого ряду.



Характерна ознака: передбачити час виникнення загрози, неможливість визначити її характер. У результаті опрацювання даних через недостачу фактів видається помилковий висновок; 4) страх – тривога, сконцентрована на певному об'єкті. Об'єкти, з якими зв'язується тривога, можуть і не бути її причиною. У суб'єкта створюється уява про те, що тривогу можна усунути певними діями; 5) наростання інтенсивності тривожних розладів – є відчуття невідворотності катастрофи, що насувається; 6) тривожно-боязке збудження – можливість цілеспрямованої діяльності зникає і дезорганізація викликана тривогою досягає максимуму [21, 34]. Старіння – підсумок усіх стресів, яким піддавався організм під час свого життя, цю досить цікаву гіпотезу висунув Сельє. В деякому сенсі старіння відповідає «фазі виснаження» загального адаптаційного синдрому і являє собою прискорену версію нормального старіння. Будь-який стрес залишає після себе незворотні хімічні зміни, особливо викликаний марними зусиллями; їхнє нагромадження спричиняється ознаки старіння в тканинах і органах людини. Успішна діяльність, якою би вона не була, також залишає наслідки старіння, особливо важкі наслідки викликає руйнування мозкових і нервових клітин. Але, як зазначає Сельє, людина зможе вдало впоратися з роботою і довго й щасливо жити, якщо вибере для себе роботу [3-4, 6, 24].

Зниження концентрації цинку в плазмі крові та його перерозподіл між органами і тканинами спостерігається при стресах, інфекціях, травмах. Ці зміни регулюються «лейкоцитарним ендogenousним медіатором», особливим термолабільним чинником. Цей чинник зумовлює швидке надходження заліза, цинку та великої частини вільних амінокислот у печінку, зниження вмісту заліза та цинку в плазмі крові і, у зв'язку з посиленням синтезу церулоплазміну, підвищення в ній рівня міді. Рівень цинку в організмі, крім того, може знижувати продукти розпаду тканин, що утворюються при дії різноманітних стресорів. Ці продукти зв'язують цинк, можуть підвищити вміст сполук цинку в крові та підсилити виділення їх із сечею, перш за все амінокислоти. До збільшення виділення в плазму кортикостероїдів, стимулюючих надходження цинку в тканини, також призводить стрес. У процесі передачі нервових імпульсів важливу роль відіграє мідь. Суттєво підвищується зв'язування ГАМК рецепторами, при дефіциті міді в синапсах мозку щурів, що може слугувати однією з причин виникнення порушень ЦНС при недостатності міді. Встановлено, що вміст міді в організмі людини впливає на процеси біосинтезу чи вивільнення нейропептидів та їх рівень [12, 18, 33, 38]. Концентрація міді в крові



підвищується при впливі різноманітних патологічних факторів, гострих та хронічних запальних процесів і хронічних інфекційних захворюваннях і [40, 42].

Настільки значне число гіперкупремичних станів має як загальні, що вірогідно, так і специфічні фактори патогенезу. Стрес виступає одним із загальних факторів [6, 28, 35]. Дефіцит магнію знижує антиоксидантну здатність організму, що доведено та у свою чергу, спричиняє зміни співвідношення Mg/Ca в клітинах кори надниркових залоз, а це, веде до підсиленої секреції мінералокортикоїдів, які здатні ще більш стимулювати втрату магнію організмом. Вчені доводять, таким чином, що стрес і дефіцит магнію взаємопов'язані, а відновлення магнію в клітинах підвищує резистентність організму до стресу. Таким чином, протистресовим металом вважається магній [9, 12, 17].

Патологічні зміни вмісту магнію на тлі підвищення в крові концентрації міді формуються в умовах стресу, коли зрушуються нейрогуморальні регуляторні системи. [22, 35].

## **1.2. Використання дієтичних добавок рослинного походження при моделюванні харчової продукції для людей в умовах постійного стресу**

На підставі проведених аналітичних досліджень фахівців НПО «Житомирбіопродукт» дійшли висновку щодо позитивного ефекту використання природних геропротекторів, а саме дієтичних добавок рослинного походження з вітчизняної сировини. Саме вони рекомендують використовувати продукцію з сировини, яка зростає у ареалі проживання людини. Однієї дієтичної добавки, яка б повністю задовольняла фізіологічну добову потребу людей в умовах постійного стресу на 10..50% у вищенаведених речовинах не знайдено, однак змодельовані композиції зі шроту (чи клітковини) містять наведений перелік мінеральних речовин (Zn, Fe, Cu та Mg/Ca).

З метою проєктування композицій харчової продукції для людей в умовах постійного стресу розраховані та подані в табл. 1. показники біологічної цінності композицій дієтичних добавок, а саме вміст мікро- і макроелементів. Дані розрахунків показують, що у дієтичних добавках вміст компонентів, які є природними антистресорами забезпечує добову потребу людини в умовах постійного стресу у межах від 10% до 50% :



**Таблиця 1 – Хімічний склад мікро- і макроелементів дієтичних добавок рослинного походження НПО «Житомирбіопродукт»**

Елемент	Концентрація мікро- і макроелементів мкг/100г в дієтичних добавках рослинного походження					
	Амаранта	Вівса	Гарбуза	Зародків пшениці	Розторопши плямистої	Льону
1	2	3	4	5	6	7
S (Сірка)	260278,9	153048,1	95187,7	41605,31	90725,78	239456,6
K (Калій)	304830,4	133198,8	242863,4	360402,2	326701,1	460149,3
Ca (Кальцій)	137000	62000	62000	87000	687000	162000
Mn (Марганець)	1450,13	1616,08	1249,97	6107,25	933,39	1066,15
Fe (Залізо)	24000	33000	23000	21000	22000	21000
Cu (Мідь)	317	552	863	498	708	1260
Zn (Цинк)	3830	11700	13800	66100	6890	4550
Se (Селен)	63,42	23,9	39,73	80,92	17,57	170,91
Br (Бор)	467,01	192,53	244,06	300,74	556,34	412,20
Cr (Хром)	11,44	-	-	169,28	-	-
Ni (Нікель)	-	59,25	-	140,32	-	84,27
Co (Кобальт)	-	29,20	32,48	-	-	-
Cl (Хлор)	103000	54000	46000	161000	124000	11000
Mg (Магній)	311000	281000	357000	205000	327000	296000
P (Фосфор)	660000	620000	980000	920000	670000	870000

– цинку міститься від 3,3 до 35 мг% : при використанні 5...53 г шроту зародків пшениці чи 72...252 г клітковини гарбуза або в композиції дієтичних добавок у харчовій продукції;

– заліза у різних дієтичних добавках – від 8,7 до 26,9 г% : при використанні 7,5...37,5 г шроту амаранту чи 5,4...27,2 г шроту вівса забезпечуються визначені межі добової потреби;

– магнію – від 40,0 до 210,0 мг% : при використанні 12,9...67,8 г шроту амаранту чи 11,3...58,9 г клітковини гарбуза, чи 13,4...71 г льняного шроту забезпечує визначені межі добової потреби. У дієтичних добавках вміст компонентів забезпечує добову потребу людини в умовах постійного стресу у межах від 10% до 30% :



– кальцію – від 50,0 до 360,0 мг% (за умови використання 7,4...52,5 г розторопши плямистої чи 30,9...222 г льняного шроту забезпечує визначені межі добової потреби);

– хрому – від 3,0 до 10,5 мг% (за умови використання 27,0...92,5 г шроту амаранту чи 30,9...374 г шроту зародків пшениці забезпечує визначені межі добової потреби);

міді – від 1,3 до 25,0 мкг% за умови використання 0,15...2,9 г клітковини гарбуза чи 0,105...2,0 г льняного шроту забезпечує визначені межі добової потреби).

Також з метою проектування композицій харчової продукції для людей в умовах постійного стресу необхідно вивчити показники біологічної цінності водоростевих добавок, а саме вміст харчових волокон, вітамінів, мікро- і макроелементів, які наведені у монографії «Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення», які наведені в табл. 2.

Таким чином, споживання запропонованих дієтичних добавок рослинного походження у межах 2,0...71,0 г льняного шроту гарантує забезпечення 10-30% від добової потреби у міді, кальцію та магнію; у межах 0,15...58,9 г клітковини гарбуза гарантує забезпечення 10-50% від добової потреби у міді та магнію; у межах 5...53 г шроту зародків пшениці гарантує забезпечення 10-30% від добової потреби у цинку; у межах 27,0...92,5 г шроту амаранту гарантує забезпечення 10-50% від добової потреби у хромі та залізі; у межах 5,4...27,2 г шроту вівса гарантує забезпечення 10-50% від добової потреби у залізі або і більше в складі харчової продукції людини в умовах постійного стресу, що моделюється, гарантує забезпечення добової потреби у особливо дефіцитних мікронутрієнтах, що містять компоненти, які є природними антистресорами.

Представлені розрахунки підтверджують, що при моделюванні харчової продукції людини в умовах постійного стресу для збагачення харчової композиції Zn, Fe, Cu та Mg/Ca доцільно обрати композиції дієтичних добавок з зародками пшениці чи клітковиною насіння гарбуза в композиції зі спіруліною, а також з пектин-зостерином чи цистозірою; композиції дієтичних добавок зі шротом насіння гарбуза, льна та вівса в композиції із цистозірою з пектин-зостерином чи зостерою.



Таблиця 2 – Хімічний склад водоростей ( на 100 г продукту)

Речовина	Ламінарія	Цистозіра	Спіруліна	Зостера
1	2	3	4	5
Полісахариди, г:				
манін	10,6	6,8	–	4,9
альгінова кислота	28,5	23,3	–	–
зостерин	–	–	–	21,7
Зольність	27–35	22,9	7	13,2
Вітаміни, мг:				
каротиноїди	211	217	170	245
фолацин	0,06	0,08	0,05	0,07
тіамін	5,7	6,1	5,5	5,9
токоферол	11,3	10,7	19,0	12,7
ніацин	11,5	10,9	11,8	11,3
ціанокобаламін	0,14	0,14	0,16	0,12
Мінеральні речовини, мг:				
кальцій	1200	1170	118	4240
фосфор	98	96	828	106
натрій	2400	1070	34	254
магній	400	505	166	829
калій	620	720	143552,8	696
залізо	40–56	31	–	307
марганець	8,9	8,6	–	25
кобальт	2,5	1,1	0,05	0,37
йод	108–230	75–114	3,3	102
цинк	39	27	–	7,6
мідь	4,1	2,2	–	1,56

Специфіка вимог дієтики для людини в умовах постійного стресу вимагає докорінну зміну уяви про розроблення харчових композицій і технології виробництва харчової продукції для людей в умовах постійного стресу (табл. 3). Для моделювання обрані технології харчової продукції, які з точки зору дієтики є проблемними. Аналіз хімічного складу традиційної харчової продукції (рис. 3) показує значну невідповідність формули продукції вимогам раціонального харчування. Традиційні солодкі страви (самбук сливовий, мус полуничний, соки овочеві та ягідні з м'якоттю) містять велику кількість моно- та дисахаридів, що є неприпустимо з точки зору раціонального харчування, формула продуктів-аналогів показує перевищення вуглеводів порівняно з білком: для збитих десертів – у 5,3...11,1 рази, для аналогів смузі – у 2,9...22,4 рази. Тому в результаті моделювання збитої десертної продукції, а саме самбуку «Дар», мусів «Гарбузовий» і «Яблучко», та напоїв – смузі «Йогуртовий», «Виноградно-малиновий», «Ягідний» і «Помаранчевий» отримано харчові



композиції, які завдяки природній солодкості дозволяють не використовувати цукру взагалі та відповідають формулі харчової продукції для людей в умовах постійного стресу. Для запобігання моделювання харчових композицій, що містять конкуруючі нутрієнти, розроблено схему взаємодії нутрієнтів у модельованих харчових композиціях збитих десертів для людей в умовах постійного стресу (рис. 3). У результаті комп'ютерного моделювання збитої десертної продукції для людей в умовах постійного стресу (рис. 4) з переліку харчових сировинних джерел обрано овочі (гарбуз, селера), плоди (слива), ягоди (журавлина, чорна смородина, полуниця), шрот зародків пшениці і клітковину насіння гарбуза, спіруліну і цистозиру як джерело рослинних білків, вітамінів антиоксидантної групи, харчових волокон та мінеральних речовин (Zn, Fe, Cu та Mg/Ca), ячний білок та желатин як джерело тваринного білка та колагену. Обравши ці сировинні джерела, стає можливим змінити формулу традиційного самбуку (1:0,1:11,1 на 1:0,8:3,5), завдяки якій принципово не можливо використовувати традиційну десертну продукцію у харчуванні для людей в умовах постійного стресу.

Обрані харчові композиції забезпечують вміст мінеральних речовин у збитих десертах на рівні 12,6...54,7% від добової потреби, тоді як у традиційній продукції мінеральний склад, крім кальцію, заліза і міді, не перевищував 10% від добової потреби.

При моделюванні харчових композицій смузі «Йогуртовий», «Виноградно-малиновий», «Ягідно-медовий», «Помаранчевий рай» (рис. 5), як базові були використані відповідно смузі овочевий на йогуртовій основі, виноградно-малиновий сік, сік селери і апельсинів та сік ягідний з м'якоттю та медом обрано овочі (цибуля зелена, огірки, помідори), плоди (апельсини), ягоди (виноград, малина, полуниця, ківі), спіруліну як джерело рослинних білків, вітамінів антиоксидантної групи, харчових волокон та мінеральних речовин (заліза, йоду, селену), йогурт 1 і 1,5% жирності як джерело тваринного повноцінного білка, пектин-зостерин, шрот зародків пшениці і клітковину насіння гарбуза через вміст харчових волокон. Обрані харчові композиції забезпечують вміст мінеральних речовин у збитих десертах на рівні 12,6...54,7% від добової потреби, тоді як у традиційній продукції мінеральний склад, крім кальцію, заліза і міді, не перевищував 10% від добової потреби.



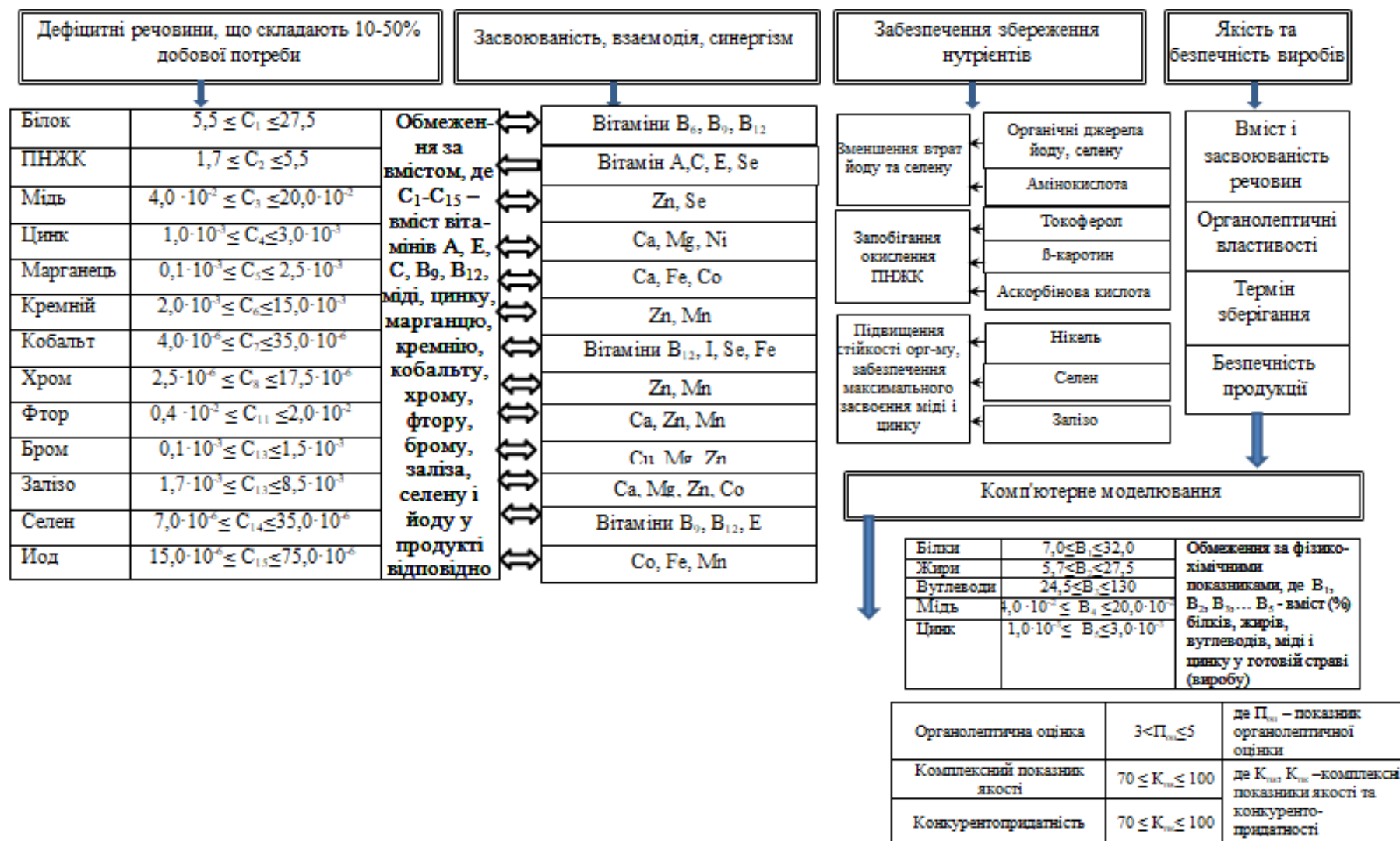


Рисунок 3 - Моделювання нутрієнтного складу кулінарної продукції спеціального призначення для людей у стані постійного стресу



Таблиця 3 - Хімічний склад десертної продукції традиційної та розробленої на 100 г продукції

Продукти	Вміст білка,г%	Вміст жиру,г%	Вміст вуглеводів,г%	Вміст харчових волокон,г % (% добової потреби)	Енергетична цінність, ккал/100г	Формула продукту	Вміст мінеральних речовин відносно добової потреби,%						
							цинк	залізо	кальцій	магній	мідь	кремній	селен
Самбук сливовий	4,72	0,4	52,4	1,95(4,8)	238,2	1:0,1:11,1	4,4	10,7	37,1	1,6	2,7	6,9	0
Самбук «Дар»	3,25	2,51	11,2	6,48(16,2)	72,6	1:0,8:3,5	17,6	54,7	24,9	13,1	26,7	21,3	19,1
Мус полуничний	2,47	0,07	13,1	0,6(1,7)	65,9	1:0,03:5,3	0,3	1,3	25,7	2,4	2,0	0,15	0
Мус «Гарбузовий»	2,44	2,06	8,6	15,4(38,5)	64,8	1:0,85:3,5	13,8	17,3	17,1	12,6	19,2	14,4	20,0
Мус яблучний на манній крупі	0,9	0,2	20,3	0,5 (1,2)	81,1	1:0,2:22,5	0,1	0,8	6,2	4,5	36,1	0,4	1,2
Мус «Яблучко»	3,98	1,96	7,87	5,5(13,8)	64,6	1:0,5:2,0	24,7	33,0	41,6	26,3	45,0	34,4	25,6
Смузі овочевий на йогуртовій основі	1,0	0,1	2,9	0,7 (1,8)	17,2	1:0,1:2,9	15,0	8,0	42,9	13,2	0	4,0	1,3
Смузі «Йогуртовий»	3,03	2,4	12,5	8,8 (22,0)	86,7	1:0,8:4,1	21,7	50,0	47,6	16,8	75,0	26,4	35,6
Сік виноградно-малиновий	0,6	0,4	12,3	2,0(5,0)	57,7	1:0,6:22,4	5,0	8,0	57,9	3,6	0	0	0
Смузі «Виноградно-малиновий»	3,2	2,8	13,3	3,4(8,5)	94,3	1:0,9:4,2	17,8	90,0	52,0	12,7	48,0	31,6	14,7
Сік ягідний з м'якоттю та медом	0,8	0,4	15,1	3,08(7,7)	70,2	1:0,5:18,9	3,2	8,0	12,7	58,5	0	1,2	0
Смузі «Ягідний»	4,2	3,4	17,5	3,15(7,8)	121,5	1:0,8:4,2	35,1	10,4	22,0	15,8	16,0	38,4	30,4
Помаранчевий смузі	1,11	0,17	9,55	2,1 (5,2)	46,7	1:0,15:8,6	8,0	0,8	45,0	30,0	56,0	0,8	13,7
Смузі «Помаранчевий рай»	3,98	1,96	7,87	5,5(13,8)	64,65	1:0,5:2,0	24,6	3,6	49,5	74,3	50,5	3,6	18,6



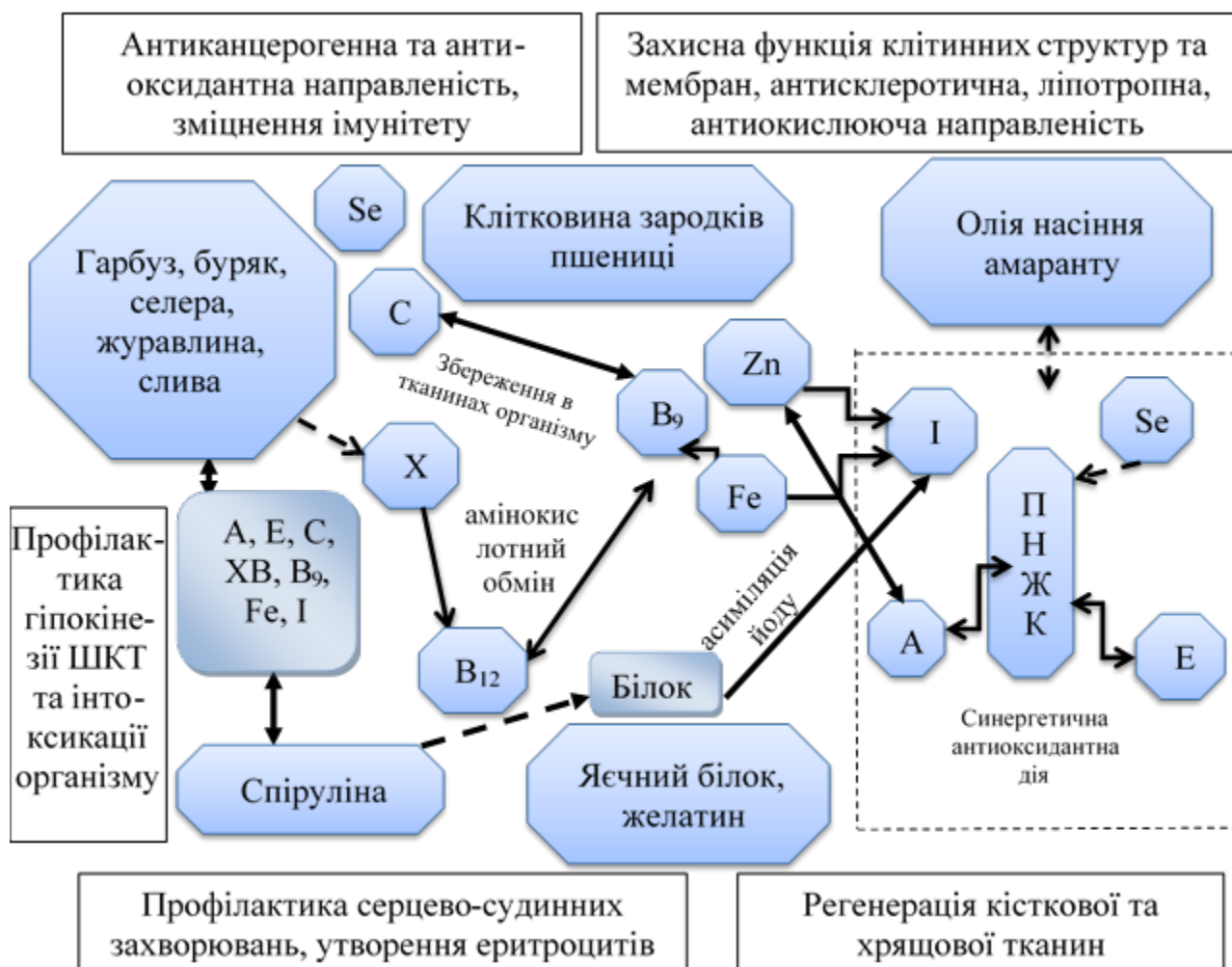
**Таблиця 4 - Хімічний склад м'ясних та рибних подрібнених виробів традиційних та розроблених на 100 г продукції**

Продукти	Вміст білка, г%	Вміст жиру, г%	Вміст вуглеводів, г%	Вміст харчових волокон, г % (% добової потреби)	Формула продукту	Вміст мінеральних речовин відносно добової потреби, %						
						цинк	залізо	кальцій	магній	мідь	кремній	селен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
м'ясний паштет «Біловезький»	5,5	0,2	3,6	0,5(1,3)	1:0,03:0,7	0,28	2,5	25,5	23,3	5,6	0,07	0,001
паштет «Аматорський»	12,2	11,4	5,4	1,9(4,8)	1:0,9:0,4	0,302	5,1	77,9	36,9	47,9	9,08	25,0
паштет з печінки (№159)	1,6	21,8	4,3	1,7(4,0)	1:13,6:2,7	0,28	2,5	25,5	23,3	5,6	0,07	0,001
паштет «Морський»	12,8	10,9	14,7	9,7(24,3)	1:0,9:1,1	58, 2	5,71	60,5	48,0	54,3	12,8	35,0
паштет столичний вищого гатунку	1,5	46,6	5,0	3,0(7,5)	1:31:3,3	0,28	2,5	22,5	9,5	5,6	0,07	0,001
паштет «Харківський»	14,1	11,1	14,1	9,5(23,8)	1:0,8:1	48, 2	15,1	40,5	36,3	43,3	22,8	27,0
Січеники рибні українські № 1.247	17,1	33,6	11,3	1,0(2,4)	1:2:0,7	2,6	3,9	9,6	7,4	5,6	0,07	0,001
Січеники рибні «Перлінка»	21,7	19,6	14,7	4,6(11,5)	1:0,9: 0,7	12,5	7,8	23,9	24,5	27,8	32,7	28,6
Зрази з судаку	12,1	7,4	12,1	1,4(0,8)	1:0,6:1	3,4	1,0	2,67	2,8	5,6	0,07	0,001
Зрази рибні «Пряні»	14,6	12,9	12,4	8,9(22,3)	1:0,9:0,9	18,7	16,7	45,8	23,9	34,6	28,2	33,05



Таблиця 5 - Хімічний склад борошняної і сирної продукції традиційної та розробленої на 100 г продукції

Продукти	Вміст білка, г%	Вміст жиру, г%	Вміст вуглеводів, г%	Вміст харчових волокон, г %	Енергетична цінність, ккал/100г	Формула продукту	Вміст мінеральних речовин відносно добової потреби, %						
							цинк	залізо	кальцій	магній	мідь	кремній	селен
							Вареники з сиром	14,1	3,3	30,5	2,2(8,7)	257,1	1:0,2:2,2
Вареники «Сирні»	8,9	7,4	24,0	2,3(9,0)	204,2	1:0,8:2,7	12,2	55,0	58,9	6,6	37,1	14,8	11,1
Оладки	4,8	7,0	25,0	1,5 (3,8)	187,9	1:1,5:5,2	3,9	4,0	0,9	5,6	2,0	2,9	23,6
Оладки «Сирні»	7,3	6,4	23,0	1,9 (4,8)	184,7	1:0,9:3,2	11,1	29,3	12,9	6,0	12,1	8,3	28,0
Мафіни сирні	8,4	16,7	51,0	1,3(5,2)	399,2	1:2:6,1	7,7	7,3	0,2	3,0	6,2	2,9	23,6
Мафіни «Чарівниця»	11,6	10,3	30,2	2,2(5,5)	267,8	1:0,9:2,6	8,5	26,7	10,0	4,3	15,3	8,6	22,3
Сирний пудинг	13,9	9,6	20,1	1,4	224,0	1:0,7:1,45	3,7	6,9	13,0	23,6	7,5	3,5	4,2
Пудинг «Сирна насолода»	17,3	26,4	27,8	7,1 (17,8)	418,0	1:1,5:1,6	21,8	32,3	25,9	36,0	42,1	18,3	26,0
Запіканка сирна	17,6	4,2	14,2	0,4	168,0	1:0,2:0,8	5,9	16,5	11,3	23,0	12,0	7,9	3,6
Запіканка «Сирна насолода»	11,6	16,2	23,2	0,4	168,0	1:1,4:2,0	25,3	32,5	17,8	26,3	32,4	28,6	23,1



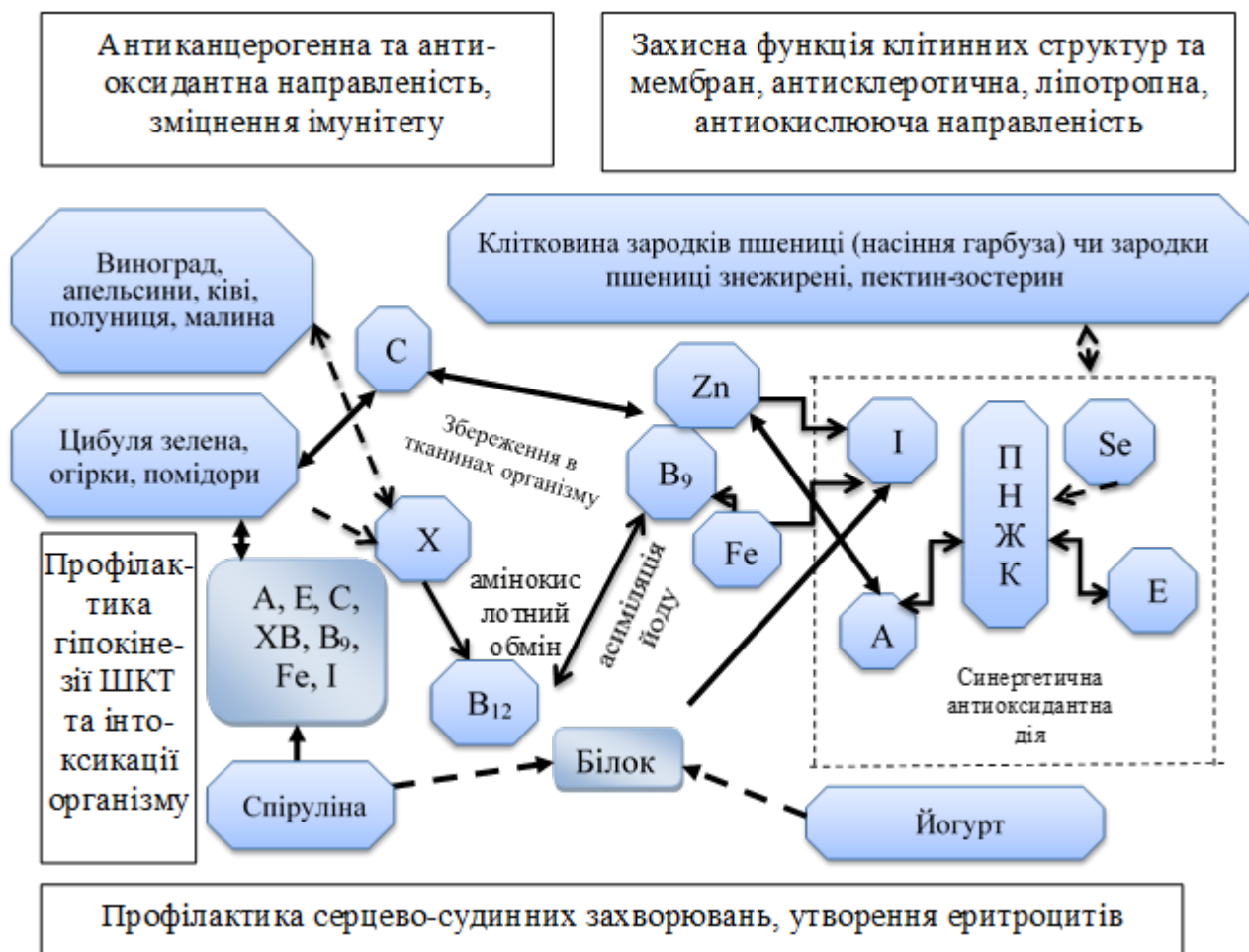
**Рис. 4 - Забезпечення взаємодії нутрієнтів у збитих десертах для людей в умовах постійного стресу**

При моделюванні харчових композицій смузі «Йогуртовий», «Виноградно-малиновий», «Ягідно-медовий», «Помаранчевий рай» (рис. 5), як базові були використані відповідно смузі овочевий на йогуртовій основі, виноградно-малиновий сік, сік селери і апельсинів та сік ягідний з м'якоттю та медом обрано овочі (цибуля зелена, огірки, помідори), плоди (апельсини), ягоди (виноград, малина, полуниця, ківі), спіруліну як джерело рослинних білків, вітамінів антиоксидантної групи, харчових волокон та мінеральних речовин (заліза, йоду, селену), йогурт 1 і 1,5% жирності як джерело тваринного повноцінного білка, пектин-зостерин, шрот зародків пшениці і клітковину насіння гарбуза через вміст харчових волокон. Змодельовані харчові композиції відповідають вимогам раціонального харчування для людей в умовах постійного стресу, докорінно змінюють формулу продукції порівняно з продуктом-аналогом: для смузі «Йогуртовий» (1:0,1:2,9 на 1:0,8:4,1), для смузі «Виноградно-малиновий»



(1:0,6:22,4 на 1:0,9:4,2), для смузі «Ягідно-медовий» (1:0,5:18,9 на 1:0,8:4,2), для смузі «Помаранчевий рай» (1:0,15:8,6 на 1:0,5:2,0). Вміст мінеральних речовин у порції розроблених смузі забезпечується на рівні 12,7...90,0% від добової потреби, тоді як у традиційній продукції мінеральний склад, крім кальцію, магнію і цинку, не перевищував 10% від добової потреби.

Розроблено схему взаємодії нутрієнтів у модельованих харчових композиціях смузі (рис. 5).



**Рис. 5 - Забезпечення взаємодії нутрієнтів у смузі для людей в умовах постійного стресу**

Всі жири, що містяться у традиційних паштетах переважно насичені, крім того, табличні дані хімічного складу традиційної паштетної продукції (табл. 4) доказують перевищення жирової складової над білковою у 31 раз. А також, гігієністи констатують, що зростання вікозалежної патології в Україні знаходиться у прямій залежності від кількості спожитого харчового волокна,

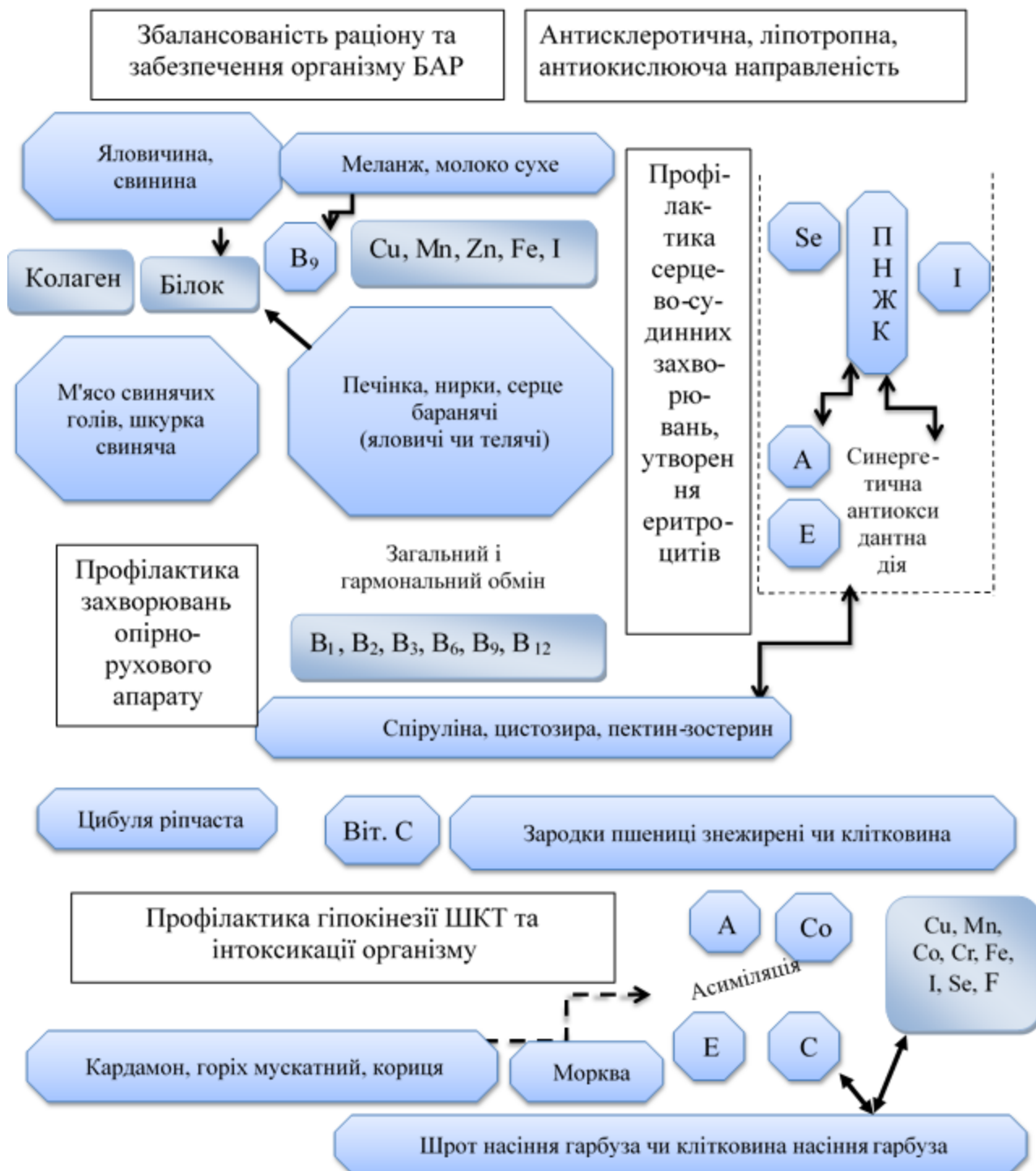


вітамінів антиоксидантної групи, вітамінів групи В, мінеральних речовин, а також вмісту холестерину в раціоні, яким так багата ця продукція. Формула традиційної паштетної продукції розбалансована та має різкий зсув у бік вмісту тваринних білків та насичених жирів, що ніяк не відповідає вимогам до продукції спеціального призначення для людей в умовах постійного стресу. Звідти саме проектування подрібнених виробів з м'ясної та рибної сировини, що відповідає цим вимогам, є актуальним.

При моделюванні харчових композицій м'ясних подрібнених виробів (м'ясних паштетів), зокрема паштету «Аматорський», «Морський», «Харківський» (рис. 6) як базові були використані рецептури паштетів відповідно: м'ясний паштет у оболонці – «Біловезький», № 159 «Паштет з печінки», столичний вищого гатунку. Для створення харчових композицій паштетів «Аматорський», «Морський», «Харківський» обрано м'ясо та субпродукти як джерело тваринного білка та колагену, овочі (цибуля та морква) та цистозиру і спіруліну, шрот насіння гарбуза чи зародки пшениці знежирені як джерело рослинних білків, вітамінів антиоксидантної групи, харчових волокон та мінеральних речовин (заліза, міді, цинку, інших); клітковину зародків пшениці чи клітковину насіння гарбуза і пектин-зостерин через вміст харчових волокон.

Очевидно, що обравши ці сировинні джерела, стає можливим збалансувати біково-жирову складову продукції відповідно до вимог раціонального харчування для людей в умовах постійного стресу. Так, формула паштету «Біловезького» на хлібі українському має вигляд 1:0,1:3,5, тоді як для розробленого паштету «Аматорський» на хлібі українському – 1:0,8:3,6, що повністю відповідає принципам спеціального харчування для людей в умовах постійного стресу. Вміст вітамінів та мінеральних речовин у порції розробленого паштету, наприклад паштеті «Аматорському» на хлібі українському, забезпечується на рівні 14,1...37,1% від добової потреби, тоді як у традиційній продукції мінеральний склад нараховує від 0 до 15,8% від добової потреби. Розроблено схему взаємодії нутрієнтів у модельованих харчових композиціях паштетів (рис. 6).

Моделювання базової харчової композиції січеників рибних «Перлінка» проводили на основі рецептури-аналога «Січеники рибні українські № 1.247» ; формула традиційної продукції зміщена у бік жирів, їх кількість перевищує білки удвічі, що з точки зору спеціального харчування для людей в умовах постійного стресу потребує корегування. Тому при моделюванні харчової



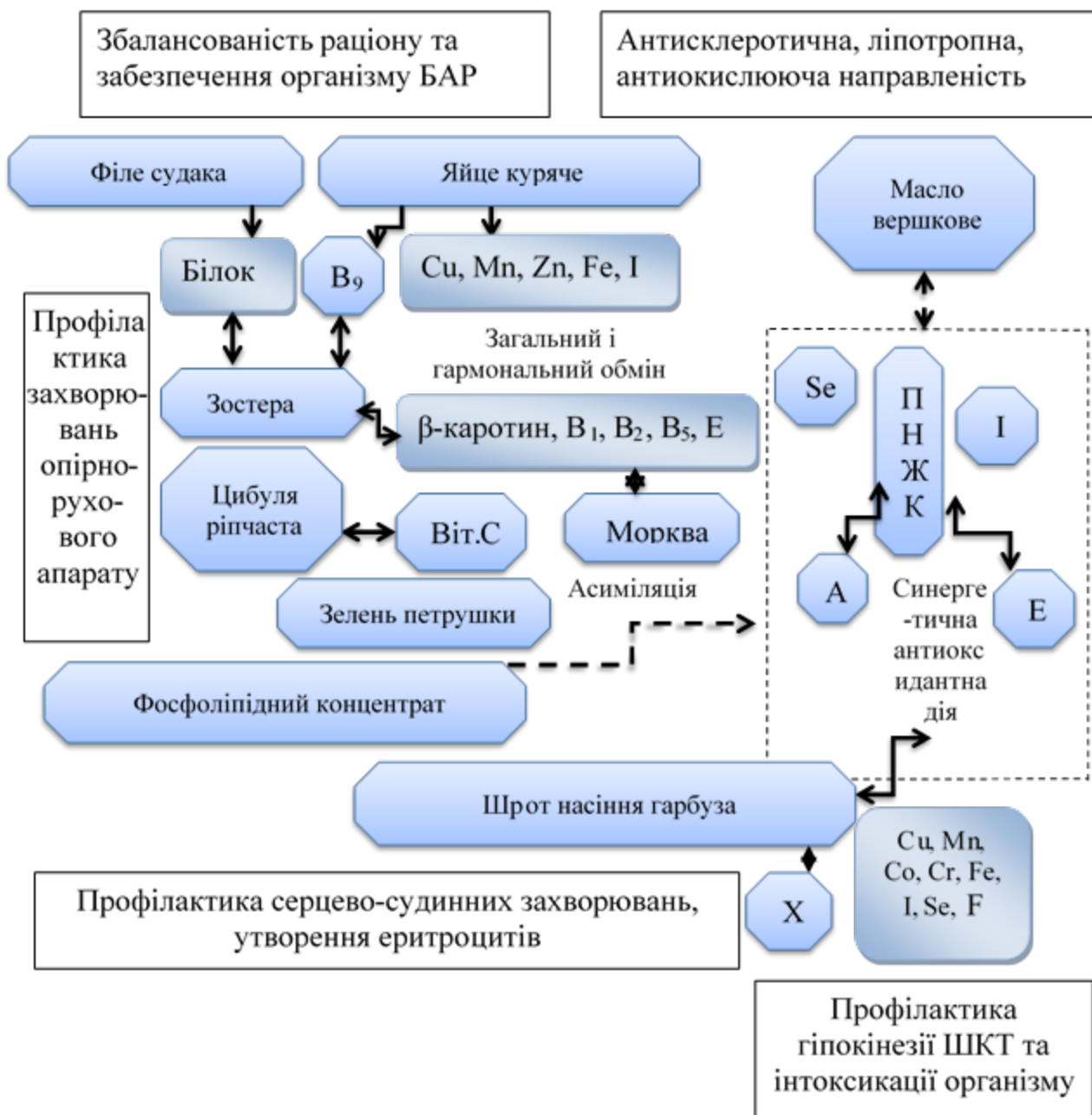
**Рис. 6 - Забезпечення взаємодії нутрієнтів у м'ясних подрібнених виробках для людей в умовах постійного стресу**

композиції січеників рибних «Перлінка» обрано філе судака і куряче яйце як джерело тваринного білка, зостеру, овочі (цибулю ріпчасту, моркву, зелень петрушки) і шрот з насіння гарбуза як джерело рослинних білків, вітамінів антиоксидантної групи, харчових волокон та мінеральних речовин, Формула



розроблених січеників рибних 1:0,9:0,7, тобто вуглеводну складову можливо збалансувати за рахунок додавання вуглеводного гарніру, наприклад рису відварного, тоді формула страви буде становити 1:0,9:3,5.

При моделюванні враховано взаємодію нутрієнтів у модельованій харчовій (паштетах) спеціального харчування для людей в умовах постійного стресу композиції січеників рибних та розроблено схему забезпечення взаємодії нутрієнтів (рис. 7).



**Рис. 7 - Забезпечення взаємодії нутрієнтів у рибних подрібнених виробках для людей в умовах постійного стресу**

Кількість борошна, рекомендованого для використання в харчових раціонах



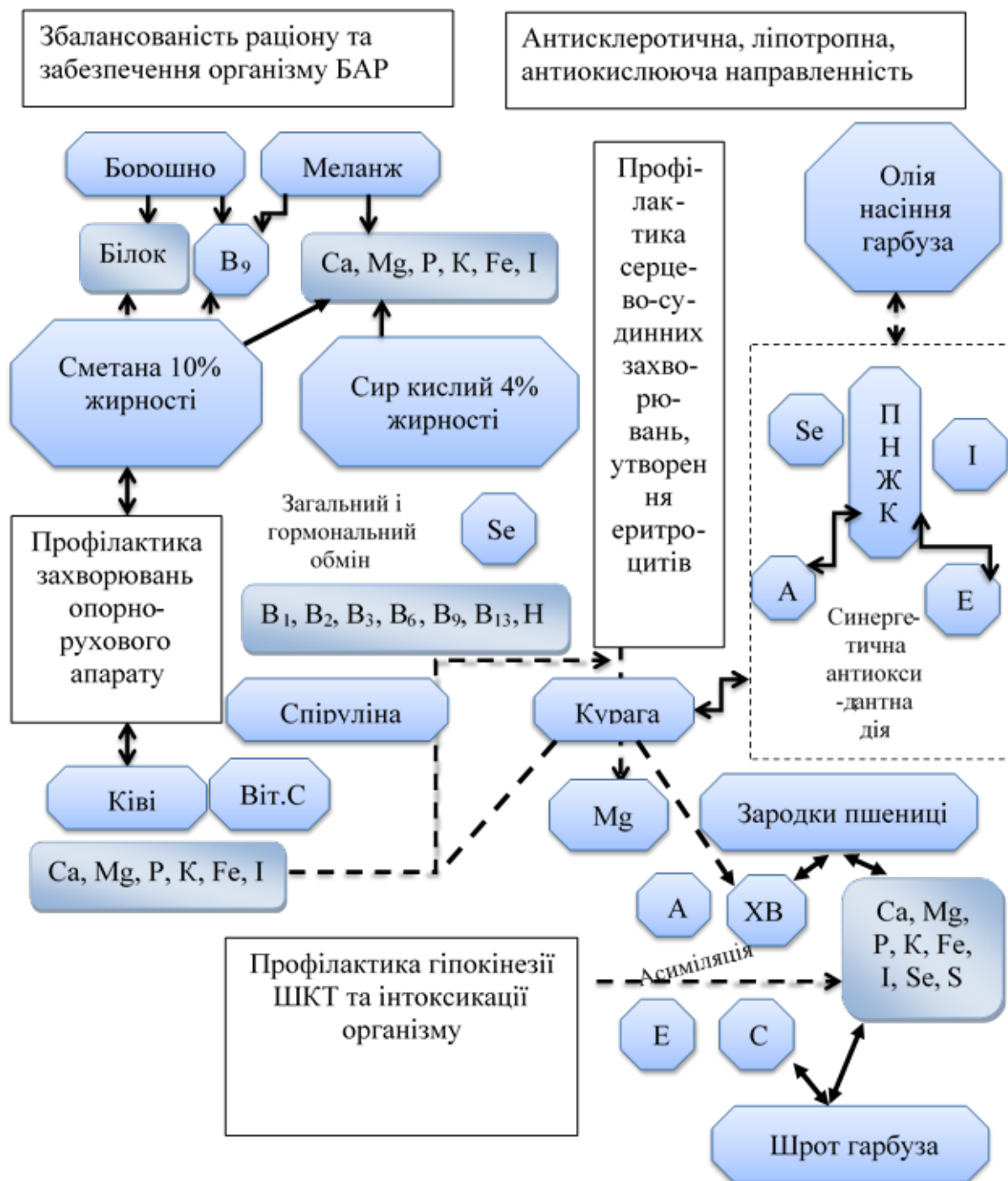
спеціального харчування для людей в умовах постійного стресу обмежується 40–60 г/добу, хоча борошняні страви та вироби (вареники, оладки) є традиційно українськими стравами.

Хімічний склад традиційної борошняної продукції як кулінарної, так й кондитерської (табл. 5) демонструє незбалансованість у бік вуглеводів, як крохмальних, так й моно- та дисахаридів. Енергетична цінність традиційної борошняної продукції у 2 рази перевищує допустиму межу у 200 ккал, рекомендовану для людей в умовах постійного стресу.

При чому вміст жирової складової декілька занижений, наприклад, для вареників становить 20% від білкової, тоді як вуглеводи перевищують білки до 6 разів, тобто вживання традиційної борошняної продукції з точки зору раціонального харчування для людей в умовах постійного стресу, категорично не рекомендовано. Таким чином, необхідно проектування борошняної продукції нутрієнтно адекватної потребам людей в умовах постійного стресу. Моделювання харчової композиції борошняної продукції дозволило створити харчові композиції вареників «Сирні», оладок «Сирних» та мафінів «Чарівниця». Як базові були відповідно використані рецептури вареників на сметані, «Оладки сирні» та мафінів «Сирних».

У харчових композиціях обрано кисломолочні продукти (сметана 10% - жирності, сир кислий 4% - жирності, кефір 1% - жирності, меланж та спіруліну як джерело тваринних і рослинних білків, вітамінів групи В та мінеральних речовин (Кальцію, Фосфору, Магнію, Калію та Заліза); ківі та курагу як джерело вітамінів антиоксидантної групи, харчових волокон та мінеральних речовин; зародки пшениці та шрот гарбуза через вміст харчових волокон та мінеральних речовин. Такий сировинний набір дозволив збалансувати формулу спеціальної продукції для людей в умовах постійного стресу: вареників – 1:0,8:2,7, оладок – 1:0,9:3,2 та мафінів – 1:0,8: 2,7 і 1:0,9:2,6, що суттєво відрізняється від формули продуктів-аналогів: «Вареники з сиром» (1:0,2:2,2); оладок (1:1,5:5,2); мафіни (1:2:6,1). Розроблено схему взаємодії нутрієнтів, що містяться в модельованих харчових композиціях борошняної продукції (рис. 8.).

Для створення харчових композицій страв з сиру пудинг і запіканка «Сирна насолода» обрано сир кислий і яйця курячі як джерело тваринного білка, овочі (морква) та цистозиру і спіруліну, шрот насіння гарбуза чи зародки пшениці знежирені як джерело рослинних білків, вітамінів антиоксидантної групи, харчових волокон та мінеральних речовин (заліза, міді, цинку, інших);



**Рис. 8 - Забезпечення взаємодії нутрієнтів у борошняній продукції для людей в умовах постійного стресу**

клітковину зародків пшениці чи клітковину насіння гарбуза і пектин-зостерин через вміст харчових волокон. Обравши ці сировинні джерела, стає можливим збалансувати біково-жирову складову продукції відповідно до вимог раціонального харчування для людей в умовах постійного стресу.

Так, формула пудингу сирного має вигляд 1:0,7:1,45, тоді як для розробленого пудингу «Сирна насолода» – 1:1,5:1,6, що повністю відповідає



принципам спеціального харчування для людей в умовах постійного стресу. Вміст вітамінів та мінеральних речовин забезпечується на рівні 18,3...42,1% від добової потреби, тоді як у традиційній продукції мінеральний склад нараховує від 3,5 до 23,6 % від добової потреби.

Формула порції розробленої запіканки «Сирна насолода» – 1:1,4:2,0, для традиційної запіканки «Сирна» – 1:0,2:0,8, вміст вітамінів та мінеральних речовин забезпечується на рівні 17,8...32,4% від добової потреби, тоді як у традиційній продукції мінеральний склад нараховує від 3,6 до 23,0% від добової потреби.

### **1.3. Моделювання добового харчового раціону для людей в умовах постійного стресу**

Працездатні українці протягом року споживають орієнтовно, згідно з запропонованим Урядом Постанови КМУ від 11 жовтня 2016 р. № 780 набором, 44 кг м'яса, птиці та сала, 13 кг свіжої, мороженої та соленої риби, понад 7 кілограмів різних круп, близько 4 кг макаронних виробів, майже 2 кг бобових, 95 кг картоплі і е стільки ж інших овочів, а також близько 60 кг різних фруктів та ягід, що в сукупності становить обсяг споживання різноманітної їжі понад 650 кг на рік і майже 55 кг на місяць (Таблиця 6).

Узагальнені дані нутрієнтного складу харчового раціону українських військовослужбовців, свідчать, що під час складання раціонів практично не враховуються співвідношення основних нутрієнтів, формула раціону практично не збігається із рекомендованою, тобто коливання нутрієнтів порівняно з рекомендованими нормами раціонального харчування становили до 50%. Таким чином, результати дослідження харчового раціону українських військовослужбовців дозволяють стверджувати, що їх харчування потребує суттєвих змін як у наборі продуктів, так і корегування принципів складання щоденного меню, зокрема розроблення моделі розподілу енергетичної цінності між групами харчової продукції в добовому раціоні спеціального призначення з урахуванням виведення загальної формули харчового раціону для людей в умовах постійного стресу.

Відповідно до висновків, нами розроблено та запропоновано модель розподілу енергетичної цінності між групами харчової продукції в добовому раціоні спеціального призначення (рис. 9).



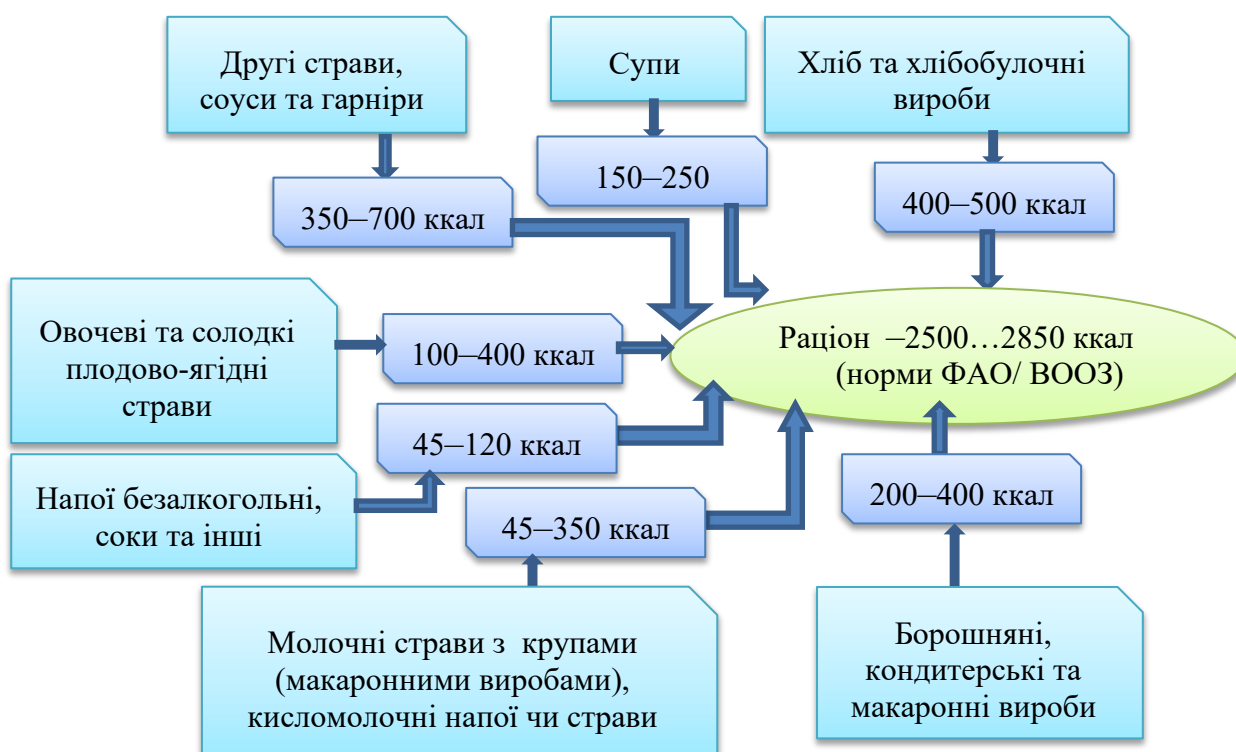
**Таблиця 6 - Набір продуктів харчування працездатного населення, кг на одну особу**

Найменування продуктів	Норма на рік	Норма на місяць
1	2	3
Хлібопродукти:		
Хліб пшеничний	39,0	3,25
Хліб житній	62,0	5,17
Макаронні вироби	4,0	0,33
Борошно пшеничне	9,0	0,78
Крупи:		
Рисова	2,5	0,21
Пшоняна	1,0	0,08
Гречана	2,0	0,17
Вівсяна	1,1	0,09
інші	0,5	0,04
Бобові	1,9	0,16
Картопля	95,0	7,92
Овочі (у т.ч. солоні і квашені):		
Капуста	28,00	2,33
Помідори, огірки	25,00	2,08
Морква	9,00	0,75
Буряки	9,00	0,75
Цибуля	9,10	0,76
Часник	0,90	0,08
Інші сезонні овочі (кабачки, гарбузи)	13,00	1,08
Баштанні (кавуни, дині)	16,00	1,33
Фрукти і ягоди:		
Плоди і ягоди свіжі	60,00	5,0
Сухофрукти	4,00	0,33
Цукор:	24,00	2,00
Кондитерські вироби	13,00	1,08
Олія:	7,10	0,59
маргарин	2,00	0,17
М'ясо, м'ясні продукти:		
Яловичина	16,00	1,33
Свинина	8,00	0,67
Субпродукти	4,00	0,33
Птиця	14,00	0,17
Сало	2,00	0,17
Ковбасні вироби	9,00	0,75
Риба, морепродукти:		
Риба свіжі, свіжоморожена	7,00	0,58
Оселедець	4,00	0,33
Рибні продукти	2,00	0,17
Молоко, молокопродукти:		
Молоко	60,00	5,00
Кисломолочні продукти	60,00	5,00
Масло вершкове	5,00	0,42



Продовження табл.6

1	2	3
Сир твердий	3,50	0,29
Сир м'який	10,00	0,83
Сметана	5,00	0,42
Яйця (в один.)	220,00	18,33
чай	0,4	0,03
Кава мелена в зернях	0,5	0,04
сіль	3,0	0,25
спеції	0,3	0,03
ВСЬОГО:	652	54,34



**Рис. 9 - Розподіл енергетичної цінності між групами харчової продукції спеціального призначення для людей в умовах постійного стресу**

Відповідно до запропонованої моделі розроблено зразковий раціон для людей в умовах постійного стресу для спеціалізованих закладів, що займаються реабілітацією військовослужбовців, до складу якого включено харчову продукцію спеціального призначення для людей в умовах постійного стресу з використанням дієтичних добавок рослинного походження, що дозволило збалансувати загальну формулу харчового раціону та врахувати вимоги раціонального харчування до вмісту харчових волокон, холестерину, мінеральних речовин, вітамінів антиоксидантної групи, протианемічних



вітамінів групи В, інших нутрієнтів антистресової дії.

Запропонований харчовий раціон спеціального призначення включає розроблену продукцію та апробований у Територіальному реабілітаційному центрі соціального обслуговування Ульянівського району Кіровоградської області.

Характеристику запропонованого харчового раціону спеціального призначення наведено в табл. 7.

**Таблиця 7 - Характеристика харчового раціону спеціального призначення**

Енергетична цінність, щодобово (ккал)	Вміст нутрієнтів, г							Формула харчового раціону (білки : жири : вуглеводи)
	білків		жирів		вуглеводів		Холестерину, мг	
	загальний вміст	у т.ч. незамінні АК	загальний вміст	у т.ч. ПНЖК	загальний вміст	у т.ч. харчові волокна		
2924,9	60,2	42,5	138,5	28,8	349,2	45,9	127,0	1:2,3:5,8
2808,0	59,4	54,7	130,7	40,1	338,6	41,8	149,4	1:2,2:5,7
2657,2	54,7	51,0	125,8	33,5	317,3	32,0	177,7	1:2,3:5,8
2569,3	53,5	44,1	117,7	31,4	314,8	27,6	169,3	1:2,2:5,9
2633,6	54,2	46,2	124,7	39,0	314,4	34,8	117,7	1:2,3:5,8
2827,1	59,8	47,6	131,6	39,8	340,9	35,4	166,6	1:2,2:5,7
2594,0	53,4	49,6	122,8	47,2	309,7	42,4	267,3	1:2,3:5,8
2537,3	51,8	45,8	119,1	35,7	305,6	41,0	165,2	1:2,3:5,9
2584,1	54,2	36,1	119,2	20,6	314,4	44,4	208,8	1:2,3:5,8
2817,2	59,6	57,2	131,1	41,4	339,7	33,6	112,8	1:2,2:5,7
2611,3	53,3	38,8	122,6	38,2	314,5	28,0	279,0	1:2,3:5,9
2718,0	57,5	51,9	126,5	35,5	327,8	34,5	231,7	1:2,2:5,7
2813,1	57,9	37,6	133,2	31,9	335,8	33,0	126,0	1:2,3:5,8
2827,7	58,2	35,9	133,9	28,4	337,6	35,4	185,2	1:2,3:5,8
<b>2708,8</b>	<b>56,3</b>	<b>46,4</b>	<b>127,0</b>	<b>35,1</b>	<b>325,7</b>	<b>36,4</b>	<b>190,5</b>	<b>1:2,3:5,8</b>

Енергетична цінність розробленого та запропонованого двотижневого раціону, що рекомендується споживати людям в умовах постійного стресу, змінюється в межах 2537,3...2829,9 ккал/добу, середня енергетична цінність дослідженого харчового раціону становить 2699,6 ккал, що для чоловіків перевищує вимоги ФАО/ВООЗ у 1,25...1,38 разу та практично відповідає



вимогам науковців України (2790,8 ккал/добу); суттєво перевищує вимоги для жінок: ФАО/ВООЗ – у 1,51...1,67 разу та практично відповідає вимогам науковців України. Межа енергетичної цінності раціону за рекомендаціями ФАО/ВООЗ становить: для чоловіків – 2050 ккал/добу та для жінок – 1700 ккал/добу.

Характеристики розробленого харчового раціону відповідають вимогам раціонального харчування, щодобово та в середньому за двотижневим раціоном вони є відповідно такими:

- складова білка в енергетичній цінності харчового раціону – 8,4...8,7%;
- вміст незамінних амінокислот до загального білка – від 61,7 до 96,0%;
- кількість лізину ÷ метіоніну + цистеїну ÷ фенілаланіну + тирозину в добовому раціоні становить не менше 5,5:3,5:6,0 г;
- жирова складова в загальній калорійності становить не більше 41,2...42,6%, причому рослинних жирів – від однієї п'ятої частини до однієї третьої, поліненасичених жирних кислот – 20,7...38,4% від вмісту насичених жирних кислот;
- вуглеводна складова становить 48,9...50,2% загальної калорійності;
- харчових волокон міститися в межах 27,6...44,4 г/добу.

Вміст білків у запропонованому раціоні, а саме 51,8...60,2 г/добу, перевищує встановлену норму за вимогами науковців України (52,0...58,0 г/добу для жінок) і співпадає з вимогами для чоловіків (54,0...65,0 г/добу), але є меншою за вимоги ФАО/ВООЗ (63,8...76,9 г/добу).

Середньодобова кількість білка в запропонованому раціоні дорівнює 56,3 г/добу, що не відповідає вимогам ФАО/ВООЗ та на 3,7% більше рівня вимог науковців України для жінок і співпадає з вимогами для чоловіків. Відомо, що повноцінні білки, крім пластичної та енергетичної функцій, виконують важливу захисну роль, підвищуючи стійкість організму до впливу різних інфекцій, токсичних агентів, а також нервово-психічного напруження і стресових ситуацій. За умови достатнього вмісту білка в раціоні найбільш повно виявляються біологічні якості інших нутрієнтів (жирів, вітамінів, мінеральних елементів).

Вміст жирів у раціоні, а саме 41,2...42,6 г/добу, перебуває в межах норми за вимогами науковців України та на 37,4...45,6% менше за вимог ФАО/ВООЗ (56,7...78,3 г/добу).

Середньодобова кількість жирів становить 127 г/добу, що більше за вимог





фахівців ФАО/ВООЗ на 55,4% . Частка жиру в загальній калорійності зменшена до 41,2...42,6 %, а вміст рослинних жирів складає від 1/5 до 1/3 загальної кількості жирів. Збільшення кількості жирів у раціоні людей перебуваючих у стані постійного стресу за рахунок споживання поліненасичених жирів сприятиме профілактиці серцево-судинної патології та підсилить синергетичну антиоксидантну дію раціону.

Вміст вуглеводів у запропонованому раціоні перебуває в межах 314,4...349,2 г/добу, що перевищує вимоги ФАО/ ВООЗ на 20,0...25,6,0% (233,8...281,9 г/добу) та на 23,7% менше за нижню межу вимог науковців України для жінок і на 2,6% менше за верхню межу для чоловіків (240,0...270,0 г/добу для жінок і 270,0...300,0 г/добу для чоловіків). Середньодобова кількість вуглеводів у запропонованому раціоні становить 325,7 г/добу, що на 28,3,0% більше за вимоги фахівців ФАО/ВООЗ, на 7,9% більше за вимоги науковців України для чоловіків, і незначно перевищує їх для жінок – на 13,4%.

Розробляючи харчові раціони для людей в умовах постійного стресу, які мають хвороби шлунково-кишкового тракту, серцево-судинної системи і цукровий діабет, слід прагнути до зменшення загального вмісту вуглеводів у добовому раціоні, оскільки це сприяє зниженню збудливості вегетативної нервової системи та підвищенню вмісту полісахаридів, що не засвоюються.

Аналіз мінерального та вітамінного складу смузі, уведених у раціон, показав, що їх споживання повністю покриває денну потребу у Zn, Fe, Cu та Mg/Ca, а також вітамінах А, С і Е. Вітаміни-антиоксиданти необхідні для профілактики вікозалежних захворювань. Продукти, багаті на калій, цинк, мідь, йод і селен, тобто аліментарні стресопротектори, подовжують термін життя та гальмують процеси розповсюдження стресового стану у соціумі. Забезпечення розробленим харчовим раціоном денної потреби у хелатних металах обумовлює профілактику онкологічних патологій, а також антисклеротичну, ліпотропну, антиокиснюючу направленість харчового раціону.



## **Висновки**

Представлена робота є реалізацією важливого завдання науковців у сфері оптимізація раціону харчування в екстремальних умовах та вирішує дане завдання за рахунок спеціальних харчових продуктів (біологічно повноцінних і збалансованих за основними нутрієнтами продуктів). Пропонується розглянути можливість використання розробленого раціону в організованих колективах, зокрема в реабілітаційних центрах, пансіонатах та профілакторіях та рекомендувати для профілактики розповсюдження стресового стану у соціумі.

Проведено порівняльний аналіз дослідженого і розробленого харчових раціонів на основі моделей якості. Комплексний показник якості ( $K_{\text{пн}}$ ) розробленого та дослідженого харчових раціонів спеціального призначення охоплює такі показники двотижневих та окремо денних раціонів: енергетична цінність, кількість білків, жирів і вуглеводів, співвідношення нутрієнтів, вміст холестерину.